CATECHISMO

DI

FISICA

VOLUME UNICO

CATECHISMO

DI

FISICA

compilato

PER L' ISTRUZIONE GENERALE

E DEI GIOVANI ARTISTI

DA

Francesco Saverio Scarpati

VOLUME UNICO

NAPOLI,

Dalla Tipografia del Tasso

1841.

Non v'è chi possa negare che le scienze applicate all'industria abbiano prodotto dei più belli risultamenti; e basta scorrere la storia degli avvanzamenti dell'industria di questi ultimi tempi particolarmente per convincersene ciascuno. Come pure non si può contrastare che il progresso delle scienze, dell'industria, e delle arti apportino somma influenza sulla civiltà e sul ben essere delle nazioni; cosicchè è pur vero quel tanto che scrisse un nostro sommo giureconsulto nella fine dello scorso secolo, nell'indicare i caratteri di un popolo incivilito « Se le arti e le scienze in» vece di essere un vano gergo, un gruppo d' inutili» cavilli, un pedantesco lusso di fastosa erudizione,» sieno il prodotto dello studio e dell' osservazione» della natura, lo spirito nazionale già grande e per» fetto è divenuto. »

Non per tanto è opinione quasi ricevuta dalla generalità, che le scienze fisiche sieno d'interesse esclusivo di limitate classi di persone; d' altronde è pur vero che alla maggior parte riuscirebbe non poco di-

sagevole seguirne gli ordinarii insegnamenti; e per talune riuscirebbe quasicchè impossibile, perchè sfornite di quelle conoscenze necessarie a poterne profittare.

Queste vedute hanno spinto dei valentissimi scienziati di diverse nazioni a dar fuori opere di tal fatta da facilitarne l'insegnamento; divulgando le dottrine fisiche in manuali, biblioteche popolari, *accomodate all'intelligenza ed attitudine dei diversi popoli.*

*Presso di noi lo sprone datone dal saggissimo Presidente della Pubblica istruzione M.*r Mazzetti *Arcivescovo di Seleucia e Consultore di Stato ha animato non pochi alla compilazione di diversi catechismi, onde sien comprese le scienze in massime, da servire di corredo nell'istruzione generale di ogni classe di persone, e da facilitarne le cognizioni agli artisti a'quali non poco interessano.*

Per adempiere ai comandamenti di questo dotto e benemerito Prelato, mi sono animato a divulgare il catechismo di cose fisiche; se esso potrà giovare, in qualunque modo, al ben essere del nostro paese avrò soddisfatto ai comandi, ed alle premure del mio superiore, e sarà questo il maggior compenso alle mie fatiche.

LEZIONE 1.ª

NOZIONI PRELIMINARI, LEGGI GENERALI DEL MOVIMENTO E SUE DIVERSE SPECIE.

1. La Fisica ha per oggetto lo studio de' corpi. Essa si divide in Fisica meccanica, ed in Fisica chimica.

2. La Fisica meccanica si occupa ad esaminare le condizioni del riposo e del movimento che si osservano nei corpi; e a valutare le cagioni atte ad apportare qualunque alterazione o cambiamento nello stato di un corpo sì in movimento che in riposo.

3. La Fisica-chimica esamina la scambievole azione che può aver luogo tra le particelle della materia a distanze impercettibili.

4. S'intende dai Fisici per corpo ogni cosa che può agire sopra di noi, o sopra altri corpi.

5. Le proprietà de' corpi sono l'estensione, l'impenetrabilità, la porosità, la divisibilità, la mobilità, l'inerzia, e queste sono dette proprietà generali, perchè

insiste alla natura corporea e si rattrovano in tutt'i corpi. L'odore, il colore, la splendidezza, la malleabilità, la duttilità, l'opacità, la trasparenza, ec. sono dette proprietà particolari, perchè spettano più ad un corpo che ad un'altro.

6. Per estensione s' intende la dimensione che ha un corpo in lunghezza larghezza e profondità; di questo ce ne possiamo assicurare sì colla vista che col tatto scorrendo il corpo per tutt'i suoi limiti. Dalla cumulazione di queste tre dimensioni si ha il volume del corpo.

7. Occupando ciascun corpo uno spazio determinato dal suo volume; perciò due corpi non possono occupare contemporaneamente lo stesso spazio; ed in questo consiste l'*impenetrabilità*. Una bacchetta che s'immerge nell'acqua, o un chiodo che si conficca nel legno non sono esempi da addursi in opposizione dell'impenetrabilità; dapoicchè si la bacchetta, che il chiodo discostano lateralmente le particelle dell'acqua, e del legno; talmentecche dove vi è la bacchetta, o il chiodo non vi è nè acqua, nè legno.

8. *Porosità*. I corpi vengono considerati come formati da particelle picciolissime, dette *molecole o atomi*, queste particelle sono sopraposte l'una all'altra, ma non sono in perfetto contatto in tutt'i loro punti; perciò lasciano tra loro dei spazii più o meno piccoli, che sono detti *pori*. I pori sono visibilissimi nella pietra pomice, nel tufo, nelle lamine sottilissime del legno, particolarmente allorchè queste vengono tagliate in direzione trasversale a quella delle fibre, nelle foglioline di oro per

le quali si trasmette più o meno falcilmente la luce ec.

Si ammette che tutt' i corpi hanno dei pori ; ma questi variano per la loro grandezza e forse anche pel loro numero. Talmentecchè i corpi diversi sotto lo stesso volume non hanno sempre lo stesso numero di particelle, ovvero la stessa quantità di materia ; quale quantità di materia è detta *massa* del corpo.

9. *Divisibilità*. Considerando i corpi come il risultato dell'accozzamento di particelle, la separazione di queste dà la divisibilità. La divisibilità può progredire tant'oltre da recar meraviglia: di fatti si sà che un granello di carminio può fornire un alterazione nel colorito a più di 40 libre di acqua, e questa quantità divisa in goccioline, si ravvisa in ciascuna di esse la materia colorante; un granello di muschio può diffondere il suo odore in un volume estesissimo di aria, talmentecchè ogni piccola particella di questa deve contenerne una tenuissima quantità; le divisioni meccaniche eseguite colla lima , col macinello, col mortajo ec.; i metalli molto duttili e malleabili, come l'oro l'argento il platino ridotti in foglioline, o fili sottilissimi, potendo così fornire una estensione significante, possono soffrire una divisibilità molto estesa.

10. Per *mobilità* s'intende quella proprietà de' corpi di poter passare da un luogo in un altro; ed il passaggio da un luogo in un'altro chiamasi *movimento*. Nel movimento bisogna considerare tre cose cioè lo spazio percorso, il tempo impiegato a percorrerlo, e la velocità, ch'è lo spazio percorso in una unità di tempo.

11. La permanenza di un corpo nel medesimo sito e nella stessa posizione chiamasi *riposo*.

12. L'*inerzia* poi è quella proprietà generale dei corpi di continuare a muoversi se sono in movimento, e di restare in riposo se si trovano in questo stato.

13. Il movimento o il riposo si dicono *assoluti*, se si rapportano allo spazio assoluto o infinito che comprende tutto il creato, e si dicono *relativi*, se si rapportano ad uno spazio relativo o determinato.

14. Il movimento può essere di due specie *equabile* o *uniforme*, e *variato*.

15. Il movimento equabile o uniforme si ha qualora la velocità è sempre la stessa, ovvero quando il corpo percorre spazii uguali in tempi uguali. Tale è il movimento di un indice di un orologio, che percorre uguali spazii in ciascun minuto.

16. Nel movimento uniforme si ha la velocità dividendo lo spazio percorso pel tempo impiegato a percorrerlo; dimodocchè la velocità di un uomo che percorre uno spazio di 20 canne in 4 minuti secondi è contrasegnata da $^{20}/_{4} = 5$. E qualora si conoscono la velocità ed il tempo si può avere lo spazio percorso in quel dato tempo, moltiplicando la velocità pel tempo; così un cavallo che percorre 4 miglia in ciascuna ora, dopo sei ore avrà percorso uno spazio di 24 miglia, ch'è il prodotto di 4 per 6.

17. Il movimento variato si ha qualora la velocità è variabile, ovvero qualora il corpo percorre spazii disuguali in tempi uguali, o spazii uguali in tempi disuguali.

18. Il movimento variato può essere uniformemente variato, ch'è il solo di cui ci occupiamo, e può essere inegualmente variato.

19. Il movimento uniformemente variato può essere uniformemente accelerato, ed uniformemente ritardato.

20. Il movimento uniformemente accelerato si ha qualora le velocità crescono in ciascun istante di tempo con una legge costante.

21. Il movimento uniformemente ritardato si ha quando le velocità minorano in ciascun istante di tempo seguendo una legge costante.

22. Un corpo che cade venendo privato di sostegno ci fornisce un esempio del movimento accelerato. Una pietra spinta da basso in alto in direzione verticale segue un movimento ritardato.

23. I corpi talune volte si muovono seguendo una linea retta, ed allora il movimento chiamasi rettilineo; altre volte seguono una linea curva, ed il movimento chiamasi curvilineo.

LEZIONE 2.ª

DELLE FORZE, DEL LORO DIVERSO MODO DI AGIRE, E DELL' EQUILIBRIO.

1. Qualunque cagione atta a far passare un corpo dallo stato di riposo a quello di movimento, o viceversa dal movimento al riposo, chiamasi *forza*. Ovvero si può definire la forza essere qualunque cagione che imprime o tende ad imprimere movimento.

2. I meccanici esprimono le forze per mezzo di linee, indicando con queste non solo le loro direzioni, ma benanche le loro intensità mediante le lunghezze delle linee.

3. Le forze possono agire su di un corpo, o in un semplice istante inapprezzabile, ed allora sono dette *forze istantanee*; o possono ripetere le loro azioni in istanti successivi, nel qual caso dan luogo a movimenti variati, e queste sono dette *forze continue*.

4. Non possiamo direttamente misurare l'energia di una forza; ma possiamo valutarla dagli effetti ch'è capace di produrre, paragonando il suo effetto a quello prodotto da altra forza conosciuta stabilita per unità, come sarebbe quella ch'è capace d'innalzare il peso di un rotolo all'altezza di una canna in un minuto secondo di tempo.

5. Nelle arti industriali mettonsi in opera le seguenti forze. 1.° Le forze muscolari degli uomini e degli animali 2.° Le forze prodotte da pressioni, cadute dei corpi, o dal loro movimento naturale sulla superficie della terra 3.° Le forze prodotte da talune proprietà de'corpi, come l'elasticità, la dilatabilità operata dal calorico sull'acqua sull'aria e sopra altre sostanze 4.° Finalmente le forze prodotte dall'azione elettro-magnetica, il di cui impiego nella meccanica industriale si va da giorno in giorno ampliando. Tutte queste forze sono dette dai meccanici *potenze*, o *motori*.

6. Le anzidette forze talune agiscono per impulsione o percussioni ripetute, com'è la forza sommini-

strata da una massa di acqua che cade da una certa altezza sulle ali di una ruota, o quella prodotta da ripetuti colpi di un martello. Altre operano per pressione continuata, ed è quando agiscono costantemente e senza interruzione, come l'azione di un uomo, o di un cavallo esercitata su di una manovella per far girare la ruota di un mulino. Di questi due modi di agire di una forza è preferibile l'azione per pressione.

7. Le forze talune volte producono effetto o attivando il movimento di un corpo o distruggendolo, ed allora sono dette *forze vive*. Altre volte non partoriscono effetto agendo sopra di un ostacolo irremovibile, come la forza di un uomo diretta su di una muraglia robusta, o la forza di gravità nei corpi poggiati su validi sostegni; e queste sono dette *forze morte*.

8. Due forze sono uguali, allorchè producono effetti uguali; ovvero qualora applicate in direzioni contrarie l'una all'altra, o nello stesso punto, o alle estremità di una linea inestensibile esse si equilibrano.

9. Per *equilibrio* s'intende lo stato di riposo prodotto dall'azione di due o più forze che agiscono contemporaneamente su di un corpo, i di cui effetti si equilibrano. Per esempio una bilancia si mette in equilibrio, allorchè nelle sue coppe vengono posti pesi uguali, essendo sottoposte ad uguali pressioni; viceversa lo stato di equilibrio della bilancia ci fà conoscere che le sue coppe sospendono pesi uguali. Una palla posta su di un piano se viene spinta in direzioni opposte con forze uguali dalle due mani si mette in equilibrio; e

viceversa l'immobilità della palla dimostra che le due forze che su di essa agiscono sono uguali ed opposte.

10. Se poi due o più forze agiscono su di un corpo nella stessa direzione sono chiamate *forze cospiranti*; ed il movimento che producono nel corpo corrisponde a quello prodotto da una forza uguale alla somma di tutte le forze.

11. Qualora poi due forze agiscono in direzioni che formano angolo tra loro sono dette *forze di mezzana cospirazione o opposizione*; e l'effetto prodotto da due forze che formano angolo corrisponde a quello che verrebbe prodotto da una forza rappresentata dalla diagonale di un parallelogrammo formato dalle due linee che rappresentano le forze, e dall'angolo che esse formano, quale diagonale dicesi *risultante* delle forze date. Così delle forze BA e CA (Fig. 1.ª) che agiscono contemporaneamente sul punto A di un corpo qualunque la risultante è AD diagonale del parallelogrammo BC costruito mediante le lunghezze delle forze date e l'angolo BAC formato dalle medesime. Se poi sul punto A, oltre delle due forze BA e CA, vi facesse azione anche la forza EA, se ne può avere la risultante costruendo il parallelogrammo ED mediante i lati EA e DA e l'angolo EAD, la diagonale AF di questo parallelogrammo sarà la risultante delle tre forze date CA, BA, ed EA; e proseguendo allo stesso modo si può avere la risultante di un maggior numero di forze. Operando inversamente si fa uguagliare una forza data da due o più forze componenti che agiscono in date dire-

zioni; costruendo intorno alla forza data, presa per diagonale, un parallelogrammo i di cui lati indicheranno le direzioni e le intensità delle forze componenti, che uguagliano la forza data.

LEZIONE 3.ª

ATTRAZIONE, GRAVITAZIONE, GRAVITA', LEGGI CHE SEGUONO I GRAVI NEL CADERE, PESO, CENTRO DI GRAVITA' DE' CORPI.

1. *Forza di Attrazione* o *attirazione* semplicemente è quella forza che spinge tutt'i corpi della natura ad avvicinarsi tra loro. I corpi celesti serbano un ordine armonioso nei loro movimenti impressoli dal Sommo Creatore per effetto della forza di attrazione; la quale ne'corpi celesti è detta *gravitazione o attrazione universale*; talmentecchè distrutta questa forza tutto sarebbe ridotto nel caos.

2. Ciascun corpo posto su di un pianeta o nella sua atmosfera di attrazione è attirato verso il centro dello stesso pianeta, quale attrazione è distinta col nome di *gravità*; così i corpi terrestri gravitano verso il centro della Terra, del che ce ne possiamo convincere qualora lasciamo un corpo senza sostegno, lo vediamo cadere dirigendosi verso il centro della Terra.

In diverse arti, come in quella del muratore del falegname ec. si marca la linea a piombo, ovvero la linea perpendicolare all'orizzonte mediante il piombino, ch'è

un pezzo di piombo o altro corpo pesante che si sospende ad un cordino, il quale mostra la direzione della verticale o la linea a piombo; e non ostante che le linee a piombo prolungate vadino ad incontrarsi nel centro della Terra, pure esse a piccole distanze si considerano come parallele, e possono considerarsi come tali senza errore sensibile, attesa la picciolezza della distanza tra loro in confronto della lunghezza del semidiametro terrestre. Di fatti si usa il piombino dai maestri muratori per verificare se le superficie opposte di una muraglia sono parallele, e dai falegnami nel fissare verticalmente e parallelamente le imposte delle porte o finestre.

3. La gravità è una forza continua che agisce uniformemente su ciascuna molecola dei corpi, dando luogo ad un movimento variato. Un corpo che cade liberamente segue un movimento accelerato; nel quale le velocità crescono come i tempi, e gli spazî percorsi dal primo momento della caduta sono come i quadrati dei tempi decorsi. Cosicchè un corpo che cade, se nel 1.° minuto secondo ha una velocità come uno, nel 2.° minuto secondo ha una velocità come due, nel 3.° minuto secondo ha una velocità come tre, ec.; e se nella fine del 1.° minuto secondo si trova aver percorso lo spazio di due canne, dopo il 2.° minuto secondo si trova aver percorso lo spazio di 8 canne quadruplo del primo perchè 4 è il quadrato di 2, dopo il 3.° minuto secondo uno spazio di 18 canne nonuplo del primo perchè 9 è il quadrato di 3, e così di seguito.

L'anzidetta legge fu scoverta dal celebre Galilei, ed è stata trovata esattissima da tutt'i fisici posteriori.

4. Un corpo ch'è spinto da basso in alto segue un movimento ritardato per l'azione continua della forza di gravità, ch'è in opposizione alla forza di projezione o di spinta.

5. Possiamo convincerci dell'attrazione tra i corpi se facciamo combaciare esattamente le superficie di due lastricine di marmo o di cristallo, osservando che esse aderiscono; e qualora il combaciamento è di una certa estensione, ed in modo che non vi resta aria frapposta, vi bisogna uno sforzo significante per separarle. Le gocciole liquide affettano una forma quasi sferica per l'attrazione tra le loro molecole; e se due goccioline di acqua o di mercurio si mettono in molta prossimità o che appena si toccano, si attraggono scambievolmente in modo che ne risulta una sola goccia. Per mezzo dell'attrazione si da ragione di una quantità di fenomeni risultanti dall'attrazione sì delle molecole liquide tra loro, che di queste con i corpi solidi; tali sono l'innalzamento e la depressione dei liquidi nei tubi capillari, l'attacco delle gocce liquide con un solido fino a vincere il loro peso, osservandosi esse ordinariamente sospese al di sotto di un solido; e per effetto di attrazione i corpi di diversa natura si combinano, formando una immensa varietà di composti i quali diversificano non solo per la diversità de' componenti, ma benanche per le diverse proporzioni in cui sono uniti. Di tutto ciò ne parleremo con maggior dettaglio fra poco.

6. L'attrazione dei corpi terrestri verso la Terra è ugualmente ripartita in tutte le molecole dei corpi di

qualunque natura sieno; e se osserviamo che i corpi nel cadere si muovono con diversa velocità, ciò avviene per la resistenza che oppone l'aria alla loro libera caduta, quale resistenza è maggiore nei corpi meno densi che nei più densi. Di fatti in uno spazio vuoto di aria i corpi cadono colla stessa velocità quantunque diversissimi nella loro natura e densità; come la paglia, il legno, il piombo, l'oro ec.

7. La tendenza che le molecole di un corpo esercitano verso il centro della Terra costituisce il *peso* del corpo; perciò possiamo dire che il peso di un corpo è lo sforzo che bisogna impiegare per tener sospeso questo corpo.

8. Posto ciò il peso di ciascun corpo dipende dal numero di molecole che contiene; perciò se due o più corpi sotto lo stesso volume contengono lo stesso numero di molecole essi hanno lo stesso peso, e sono detti ugualmente densi; se poi uno contiene un numero di molecole più dell'altro sotto lo stesso volume sarà più pesante dell'altro, e dicesi più denso dell'altro.

9. L'attrazione, essendo ripartita in tutte le particelle di un corpo, è come se questo corpo fosse animato da un numero di forze in direzioni parallele tra loro, e perpendicolari al luogo dell'osservatore. Di tutte queste forze parallele se ne può rinvenire la risultante, la quale corrisponde al peso del corpo; or questa risultante dovrà, qualunque sia la posizione del corpo, passare per un punto unico, e questo punto è detto *centro di gravità* del corpo.

10. Qualora il corpo è di densità uniforme in tutte le sue parti, il centro di gravità si confonde col *centro di figura*, ch'è quel punto situato esattamente nel mezzo del corpo; ma nei corpi di densità non uniforme il centro di gravità si trova trasportato verso la parte più densa del corpo.

11. La stabilità di un corpo in una data posizione si ha qualora il centro di gravità non isfugge dal perimetro della base del corpo, vale a dire quando la perpendicolare abbassata del centro di gravità cade nel perimetro della base; se poi esce dal perimetro della base, il corpo deve cadere necessariamente. Molte costruzioni antiche che hanno le mura oblique, come le torri di Bologna e di Pisa, reggono da secoli perchè il centro di gravità non isfugge dalla base. Se un uomo viene caricato sulle spalle s' incurva spontaneamente in avanti; e se viene caricato sulle braccia s'incurva in dietro per fare che il centro di gravità cada tra i suoi piedi. Molti giuochi fisici e giannastici ripetono la loro spiegazione da queste dottrine.

12. Un corpo venendo sospeso ad un filo, ad una corda ec.; il centro di gravità dovrà trovarsi fra le parti del corpo e nella direzione del filo; talmentecchè sospendendo lo stesso corpo per altro punto non diametralmente opposto al primo, il centro di gravità del corpo in questa seconda posizione dovrà ugualmente essere nella prolungazione del filo fra le parti del corpo; ma il centro di gravità è un punto unico, perciò dovrà essere il punto d'intersezione delle due direzioni dei fili

prolungate tra le parti del corpo. Questo mezzo meccanico è bastante nelle arti per trovare il centro di gravità di un corpo.

LEZIONE 4.ª

ATTRAZIONE MOLECULARE O AFFINITA', AFFINITA' OMOGENEA O DI AGGREGAZIONE, DIVERSA COESIONE O TENACITA' DEI CORPI E MODO DI DETERMINARLA, AFFINITA' ETEROGENEA O DI COMPOSIZIONE.

1. L'attrazione esercitandosi tra le particelle della materia prende il nome speciale di *attrazione molecolare o affinità*; or siccome le particelle che si attraggono possono essere o omogenee, o eterogenee; perciò l'affinità si distingue in *affinità omogenea* o di *aggregazione*, ed in *affinità eterogenea* o di *composizione*.

2. L'affinità tra due goccioline di mercurio o di acqua, che avvicinate tra loro si attraggono può fornirci esempio dell'affinità omogenea o di aggregazione. Unendosi il solfo col mercurio o con altro corpo, in modo che ne risulti un tutto omogeneo mettesi in opera l'affinità eterogenea o di combinazione, ed il composto che ne risulta non ha nè le proprietà del solfo nè quelle del mercurio; parimenti unendo dei metalli fusi come lo stagno ed il piombo, lo stagno ed il rame, il rame e lo zinco, si hanno dei composti risultanti dalle combinazioni delle molecole di un metallo con le molecole dell'altro.

3. L'affinità sì tra le molecole omogenee, che tra le

molecole eterogenee varia d'intensità nei diversi corpi. Dalla diversa affinità, che esiste tra le molecole di uno stesso corpo, ne nasce la diversa *coesione o tenacità*; la quale il più delle volte supera la forza di gravità, o il peso dello stesso corpo. Così sospeso un corpo per uno dei suoi punti le molecole sottoposte restano sospese per la coesione che hanno colle molecole superiori; quale coesione, per uno stesso corpo, può variare non solo pel diverso grado di calore a cui si trova esposto, ma benanche per le diverse operazioni a cui si è assoggettato.

4. Di fatti un pezzo di ferro offre maggior tenacità allorchè non è riscaldato di quanto è arroventito: offre maggior tenacità, a grossezze uguale, qualora è stato assoggettato ai colpi del martello, o all' azione del laminatojo o della filiera di quando non è stato sottomesso ad alcuna di queste operazioni; ed è d'avvertirsi che due o più pezzi di uno stesso metallo, non ostante che sieno ugualmente martellati o laminati, possono variare di tenacità in corrispondenza dei diversi minerali da cui si sono ottenuti, e dei diversi processi metallurgici impiegati per ottenerli; per tal ragione troviamo minor tenacità nel ferro inglese, che nel ferro detto mastellone.

5. Così pure lo stesso legno di castagno, di noce, di quercia ec., varia di tenacità non solo perchè gli strati esteriori o periferiali sono più deboli dei centrali; ma benanche in corrispondenza dell' età, del suolo, dell' esposizione, e del clima in cui ha vegetato; e l'esperien-

za ci dimostra che ha diversa tenacità il legno ch'è stato allevato in un terreno umido di quello della stessa specie e della stessa età cresciuto in un terreno asciutto e ventilato, avendo quest'ultimo una tenacità maggiore.

6. La tenacità dei corpi può determinarsi in diverse maniere, e quasi tutte consistono ad assoggettarli a dei sforzi progressivamente crescenti fino a che si spezzano. Il Fisico Muschembroek esaminò il rapporto tra le tenacità dei metalli, formando di ciascun metallo un quadrello della stessa lunghezza e della stessa grossezza, che sospese l'uno dopo l'altro per un estremo ad un punto fisso, sospendendo all'altro estremo una coppa di bilancia su cui poggiò dei pesi a poco a poco, fino a che ciascun quadrello si ruppe. Dalla diversa quantità di peso, che ciascuna spranga sostenne prima di rompersi, ne dedusse la loro diversa tenacità. Allo stesso modo può determinarsi la tenacità del legno. Alcuni Ingegnieri Francesi hanno trovato che la miglior maniera per determinare la coesione delle pietre si è d' immergerle in una soluzione satura di solfato di soda, esse s'impregnano di una certa quantità di sale che tende a disunire le loro molecole. Le pietre più forti resistono a questa pruova più a luogo.

7. L' affinità tra le molecole eterogenee è benanche varia, effettuandosi questa con maggiore o minore energia ne'diversi corpi; e di ciò ne abbiamo pruove continuate: di fatti l'acqua scioglie i diversi corpi con diversa attività per la diversa affinità che ha con i medesimi; se un pezzo di ferro ben netto s' introduce in una

soluzione di vitriuolo di cipro (deuto solfato di rame), sale composto da acido solforico ed ossido di rame, dopo poco tempo si trova coperto da uno strato di rame, il che avviene, perchè il ferro avendo maggiore affinità del rame coll' acido solforico, una porzione di ferro si combina coll' ossigeno e coll'acido solforico ch'erano combinati col rame, ed il rame che rimane isolato si deposita sul ferro; questa diversa intensità nella forza di affinità tra i differenti corpi da luogo ai diversi fenomeni chimici sì naturali che artificiali.

8. È da avvertirsi però che nella concorrenza di due o più corpi su di un terzo, il risultato della combinazione non solo dipende dalla diversa intensità della forza di affinità tra i diversi corpi, ma benanche dalle loro rispettive quantità di materia che vi concorrono.

9. Le combinazioni si effettuiscono in proporzioni determinate, in modocchè cento parti di un composto risultano costantemente dalle stesse proporzioni di principii componenti. Questa legge sancita da una moltiplicità di fatti i quali hanno dimostrato ch' esiste un rapporto costante non solo tra gli elementi di uno stesso composto, ma benanche che esiste una uniformità di rapporto in tutt'i composti spettanti alla stessa classe; e che questo dipende perchè in tutt' i composti uno o più atomi di un elemento sono combinati con uno o più atomi degli altri.

LEZIONE 5.ª

MEZZI ATTI A DISTRUGGERE LA COESIONE DEI CORPI, DISSOLUZIONE DEI SOLIDI NEI LIQUIDI, CRISTALLIZZAZIONE, CIRCOSTANZE CHE FAVORISCONO LA COESIONE DEI CORPI.

1. La coesione de'corpi può esser distrutta o indebolita da operazioni meccaniche, e da operazioni chimiche. Le operazioni meccaniche si eseguono per mezzo della lima, raspa, mulino, mortajo ec.; a buon conto con tutti quei mezzi meccanici atti a ridurre un corpo in particelle più o meno piccole. Le operazioni chimiche sono il riscaldamento, la fusione, la volatilizzazione, e l'affinità di combinazione. Di fatti i metalli s' incidono, si distendono, e si dividono più facilmente a proporzione che sono più riscaldati; e qualora sono nello stato di fusione possono dividersi come si vogliono. I corpi volatilizzati sono quasi sforniti di coesione; dal che si può conchiudere che l'azione del calorico tende a minorare o distruggere la forza di coesione.

2. Parimenti esaminando un composto come il bronzo osserviamo che ciascuna delle sue molecole risulta dalla combinazione di una particella di stagno con una o più particelle di rame; e perciò per aversi questa combinazione bisogna che la coesione nello stagno e nel rame sia di tanto diminuita per l' azione del calorico da esser vinta dall'affinità dello stagno pel rame; e nell'ef-

fettuirsi la combinazione lo stagno ed il rame debbono ridursi in particelle; dal che si può conchiudere che la coesione de'corpi è di ostacolo alla loro combinazione, e questa effettuandosi devesi ciascuno dei componenti dividere in particelle, per combinarsi tra loro.

3. Lo stesso può dirsi per li diversi liquidi impiegati a disciogliere i corpi e facilitare la loro combinazione. Questi liquidi agiscono interponendosi, come fa il calorico, tra le molecole dei corpi. L'azione dei liquidi su i solidi è nel rapporto delle loro affinità rispettive, e quest'affinità va scemando a proporzione che il liquido si satura del corpo solido; del resto la quantità di un corpo solido che può essere disciolta da una data quantità di liquido è determinata non solo dall'affinità del solido pel liquido, ma benanche da diverse cagioni estranee che aumentano o diminuiscono l'energia del dissolvente, o ne circoscrivono gli effetti.

4. Il raffreddamento d'ordinario indebolisce la forza dissolvente del liquido; di fatti mettendo dell'acqua bollente in contatto di una quantità di un sale, l'azione dissolvente dell'acqua è ajutata dall'azione del calorico, perciò scioglie una quantità maggiore di sale; ma col raffreddamento prepondera la forza di coesione tra le molecole saline, in modocchè buona porzione del sale riprende la forma solida; e siccome d'ordinario questo raffreddamento è progressivo e non subitaneo, le molecole saline han tempo di disporsi simmetricamente, formando dei cristalli di forme poliedriche; avvenendo lo stesso come se si minorasse la quantità del dissolvente per mezzo dell'evaporazione.

5. La coesione dei metalli duttili e malleabili si può accrescere assoggettandoli a moderati colpi di martello, o facendoli passare per la trafila, o pel laminatojo. Di fatti siamo assicurati da sperimenti che la coesione dell'oro, dell'argento, e dell'ottone si triplica colla trafila, e che quella del rame e del ferro n'è raddoppiata.

6. Può la coesione di un metallo talvolta aumentarsi combinandosi con un'altro metallo o con altro corpo benchè di coesione inferiore; come avviene combinando al rame un sesto del suo peso di stagno, la lega che ne risulta ha una coesione doppia di quella del rame, e sestupla di quella dello stagno.

LEZIONE 6.ª

ADERENZA O ADESIONE, CONDIZIONI CHE LA FAVORISCONO, CAPILLARITÀ

1. Per *aderenza o adesione* devesi intendere quella resistenza che bisogna vincere, ovvero quello sforzo che necessita per separare due corpi che si toccano.

2. Quando si mettono in contatto due corpi con le loro superficie perfettamente simmetriche e levigate, in guisa che non rimanga tra loro alcuno strato di aria, e che le superficie in contatto sieno bastantemente estese, esse non si possono separare senza impiegare degli sforzi più o meno significanti.

3. Se si prendono due lamine di cristallo o di marmo perfettamente piane, o due pezzi di cristallo o di metal-

lo di una curvatura qualunque, ma simmetrica ed uniforme, posti in contatto tra loro, in modo che si toccano in tutt'i punti e non vi rimanga aria interposta, aderiscono di tanto che volendoli separare vi bisognano sforzi maggiori a proporzione che le superficie in contatto sono più estese. Quest'aderenza viene prodotta da due cagioni, cioè dalla pressione atmosferica, di cui se ne può conoscere la misura, e da un'attrazione particolare delle superficie che si toccano.

4. Le condizioni che favoriscono l'aderenza tra i corpi sono 1.° di stabilire tra loro un contatto immediato 2.° di estendere il più che si può le superficie in contatto, essendo l'aderenza tra i corpi nel rapporto dell'estensione delle superficie in contatto 3.° di rendere levigatissime le superficie, per mettere tutt'i punti in contatto e scacciarne tutta l'aria interposta. A tal oggetto nelle arti si spalmano con una sostanza attaccaticcia le superficie de'corpi che ci vogliono far aderire; mediante questa sostanza si ottiene l'intento non solo per la proprietà attaccaticcia, ma molto più perchè questa rende le superficie levigatissime, e ne scaccia l'aria interposta. L'effetto che si ha dipende dalla diversa aderenza della colla pel corpo, la quale varia in corrispondenza della natura del corpo, e spesse volte vi ha influenza anche la temperatura sotto la quale si è eseguita l'operazione.

5. È da osservarsi, che poste tutte le altre cose uguali, l'aderenza varia in corrispondenza della diversa natura dei corpi in contatto, nè di questo si può assegnare re-

gola fissa; si sà soltanto che l'aderenza tra i corpi della stessa natura è maggiore che tra corpi eterogenei, e che tra pezzi di legno si accresce colla prolungazione del contatto.

Bisogna tenere presente in pratica tutte queste conoscenze trattandosi di far aderire due pezzi, o qualora si voglia valutare la perdita di forza che si ha nell' esercizio di una macchina per lo strofinio dei pezzi che la compongono.

6. Qualora uno dei due corpi che si vogliono attaccare si può ridurre in lamine sottili, come le sottili foglie di oro o di argento, le lamine sottili di legno ec. si comprende che la loro flessibilità è tale che si adattano facilmente e con esattezza su tutt'i punti del corpo, quantunque questo non sia perfettamente levigato; e per fare che aderiscano basta scacciarne l'aria interposta, il che si ha colla pressione, col riscaldamento, ed anche interponendovi una sostanza umida; e talune volte mettendo in opera tutti questi mezzi; come si può osservare nell'arte del doratore, argentatore, nella stagnatura dei specchi e dei vasi metallici, nella fabbricazione delle carte dorate, nel ricovrire dei legni con lamine di altri legni ec.

7. L'aderenza dei liquidi per i solidi è manifesta da molti fatti; cosìcchè un liquido può rimaner sospeso in gocce più o meno grandi al di sotto di un corpo solido. Questa esperienza semplicissima ci dimostra non solo che uno strato di molecole della goccia liquida aderisce al solido, ma benanche ci fa conoscere la coesione tra

le molecole liquide, essendo le molecole inferiori di ciascuna goccia sostenute dalle molecole superiori.

8. Questi due generi di attrazioni possono mettersi in piena evidenza, ed averne misura mediante il seguente sperimento. Se ad uno degli estremi dell'asta di una bilancia si sospende orizzontalmente un disco di un corpo solido (Fig. 2), ed in una coppa sospesa all'altra estremità della detta asta si mettono dei pesi per equilibrarlo; stabilito ch'è l'equilibrio, se si fà in modo che la faccia inferiore del disco si metta in contatto colla superficie superiore di un liquido posto in una vaschetta; si misurerà l'aderenza della superficie del disco col liquido, e la coesione tra le molecole del liquido dalla quantità di peso che bisognerà aggiungere nella coppa fino alla separazione del disco dalla superficie del liquido.

9. La forza di coesione tra le molecole liquide, e l'attrazione dei solidi per i liquidi dan luogo ad una quantità di fenomeni, detti *fenomeni capillari*; perchè si osservano in un modo più sensibile quando si mettono in contatto i liquidi con corpi solidi che hanno delle cavità picciolissime, e paragonabili al diametro di un capello; quali fenomeni dipendono sì dalla coesione tra le molecole liquide, che dall'aderenza tra queste e le particelle solide; perciò se il solido è bagnato dal liquido, l'adesione del liquido pel solido fa sì che esso si mette in queste cavità al di sopra del livello del resto del liquido; se poi il corpo solido non è bagnato dal liquido la coesione tra le molecole liquide fa sì che resta depresso, nell'interno di queste cavità al di sotto del livello del liquido.

10. Questi fatti possono verificarsi con maggior evidenza, se s'immerge verticalmente nell'acqua un tubo di vetro di stretto calibro, si osserverà che il livello dell'acqua nell'interno del tubo è tanto al di sopra del livello totale del liquido per qnanto il tubo è più stretto. Al contrario se questo tubo s'immerge nel mercurio, perchè questo non ha aderenza col tubo, si mette nel tubo ad un altezza al di sotto del livello generale. Per questa ragione i legni posti in contatto dell'acqua si trovano bagnati, anche nel loro interno, ad un'altezza superiore al livello dell'acqua; e posta una spugna, una pietra pomice, o un pezzo di zucchero in parte nell'acqua, si trova dopo un certo tempo attraversato dall'acqua ad un altezza molto al di sopra del livello dell'acqua.

LEZIONE 7.ª

ELASTICITA', COMPRESSIBILITA', DILABILITA' O ESPANSIBILITA', TEMPERA.

1. L'*elasticità* è una proprietà dei corpi, che qualora vengono compressi fino ad un dato punto, di ritornare nella posizione primitiva, subitocchè cessa la compressione.

2. Tutt'i corpi non godono di questa proprietà allo stesso grado. Tra i corpi solidi l'acciajo temperato possiede questa proprietà ad un grado elevato; dapoicchè spostata una lamina di acciajo temperata di molto dalla sua posizione naturale, subitocchè si lascia libera, ritor-

na nella sua posizione primitiva. Il vetro, quantunque fragilissimo, ha una certa elasticità; osservandosi che qualora una lamina di vetro viene incurvata fino ad un certo punto ritorna nella sua posizione primitiva; e ridotto il vetro in fili sottilissimi, questi sono flessibili come un pennacchio. Il piombo, lo stagno, ed altri corpi sono anche elastici, ma tra limiti molto ristretti.

3. I liquidi assoggettati a forti compressioni si restringono per poco, e subitocchè cessa la pressione ritornano nella posizione primitiva.

4. L'aria ed i corpi aeriformi si comprimono in corrispondenza dei pesi da cui sono gravati, e tendono ad espandersi in proporzione che minora o cessa il peso che li ha compressi. La tendenza che hanno i corpi aeriformi ad espandersi dicesi *forza elastica*, la quale si accresce coll' aiuto del calore, ed a proporzione che sono compressi maggiormente, o sono racchiusi in uno spazio minore.

5. All'elasticità dei corpi debbonsi rapportare sì la distensione delle corde di canape o di altro, che assoggettate all'azione di uno sforzo si distendono, e ritornano più o meno alla stessa lunghezza di prima, subitocchè cessa lo sforzo che l'ha disteso; come pure i fili e le lamine metalliche, che venendo distesi o torti ritornano più o meno nella posizione primitiva, subitocchè cessa l'azione che ha prodotto la distensione o il torcimento. Potendo questo variare per la natura del corpo, per la grossezza o diametro del filo o della lamina, e forse anche pel tempo in cui ha persistità l'azione.

6. La *tempera* dà ai corpi durezza ed elasticità maggiore. La tempera dell'acciajo si ha arroventandolo, e di poi facendolo passare immediatamente nell'acqua fredda, o in una miscela di sostanze fredde; eseguendosi questa operazione diversamente ne'diversi luoghi, ed in corrispondenza dei diversi usi a cui si destina l'acciajo. Le altre sostanze si temperano in diverso modo; il bronzo si tempera riscaldandolo fortemente, e facendolo raffreddare il più dolcemente possibile; il vetro si tempera allo stesso modo.

LEZIONE 8.ª

DELLE MACCHINE SEMPLICI, DELLE CONDIZIONI DEL LORO EQUILIBRIO, E DELLA BILANCIA.

1. Le macchine semplici sono quelle, dalla cui connessione risultano tutte le macchine composte; e sono le *leve*, le *girelle*, ed il *piano inclinato*; a queste possono rapportarsi le *viti*, i *cunei*, ed i *martinelli*.

2. La leva è una spranga rigida dritta, curva, o angolata (Fig. 3), la quale è poggiata con uno dei suoi punti A su di un sostegno qualunque, detto perciò *punto di appoggio*; ad un punto P della spranga si fa agire una forza, che chiamasi comunemente *potenza*, per muovere o sollevare una *resistenza* qualunque, applicata ad altro punto R della leva.

3. Quelle porzioni di leve interposte sì tra il punto di appoggio A ed il punto P su cui agisce la forza o po-

tenza, che tra il punto di appoggio A ed il punto R di applicazione della resistenza, si chiamano *braccia della leva*; e la prima porzione chiamasi *braccio della potenza*, e la seconda *braccio della resistenza*.

4. Il punto di appoggio, quello in cui fa azione la potenza, e quello di applicazione della resistenza possono avere tre posizioni diverse tra loro; perciò le leve sono state distinte in tre generi. Se il punto di appoggio A è posto tra gli altri due P ed R, come nella (Fig. 3.ª), la leva chiamasi di primo genere; leva di secondo genere, se il punto di applicazione della resistenza R è posto tra gli altri due A e P, come nella (Fig. 4.ª); e finalmente leva di terzo genere, se la potenza fa azione nel punto P situato tra gli altri due A ed R come nella (Fig. 5.ª).

5. Fra le macchine semplici la leva è la più utile, e perciò la più spesso usata. Di fatti l'asta della bilancia, la stadera, le manovelle, i piedi di capra, che si adoprano per sollevare o muovere dei grossi macigni, o per forzare gli usci, le ruote dentate, gli argani, i verricelli, le ruote a gradini ec. sono leve di primo genere; come pure le forbici, le tenaglie sono composte da due leve dello stesso genere. I remi delle barche, i timoni, le mannaje, le porte che girano su i loro cardini sono leve di secondo genere. Gli organi motori e luogomotori del corpo umano, e di altri animali sono leve di terzo genere.

6. L'equilibrio in una leva si stabilisce, quando il prodotto della forza o potenza, per la lunghezza della per-

pendicolare abbassata sulla direzione di detta potenza dal punto di appoggio, è uguale al prodotto della resistenza per la perpendicolare abbassata sulla sua direzione dallo stesso punto di appoggio; cosicchè se la resistenza è d'intensità doppia o tripla della potenza vi sarà equilibrio, qualora la lunghezza della perpendicolare menata dal punto di appoggio sulla direzione della potenza è doppia o tripla della lunghezza della perpendicolare menata dal punto di appoggio sulla direzione della resistenza. Vale a dire che in questa macchina vi sarà tanta più economía di forza, per quanto più il punto di applicazione della potenza sarà distante dal punto di appoggio, e per quanto più il punto di applicazione della resistenza si avvicinerà allo stesso punto; il che si verifica pienamente nella stadera. Di fatti nella stadera e nel bilancione, il romano, ch'è quel peso che si fa scorrere lungo l'asta, è al caso di equilibrare un maggior peso a proporzione che più si discosta dal punto di appoggio; e se si fa attenzione, qualora si rovescia l'asta il punto di appoggio si avvicina al punto a cui si sospende il peso che si vuole pesare, perciò lo stesso romano può equilibrare pesi maggiori.

7. *La bilancia* consiste in una leva di metallo non cedevole fino a quel peso che deve soffrire; questa leva poggia nel mezzo della sua lunghezza, ed un poco al di sopra del suo centro di gravità, su di un sostegno fisso, intorno a cui può muoversi nella sezione verticale, con soffrire il minimo strofinio possibile; perciò la leva nel mezzo della sua lunghezza è attraversata da un

asse di acciajo temperato, ch'è affilato nelle parti che devono poggiare sul sostegno. Quest'asse non solo deve dividere la leva in due parti uguali in lunghezza, ma anche in peso; talmentecchè, sospeso l'asse, la leva si mette in posizione perfettamente orizzontale. Alle estremità della leva sono sospese due coppe perfettamente uguali, ed applicate allo stesso modo.

LEZIONE 9.ª

DELLE GIRELLE O CARRUGOLE, ARGANI, VERRICELLI, TAGLIE, CONDIZIONI DEL LORO EQUILIBRIO.

1. *La girella* o *carrugola* è un cilindro di legno o di metallo di molta base e piccola altezza, scannellato nella sua parte curva, nella quale si adatta una corda flessibilissima; ed è bucato nel suo centro, pel quale foro passa un'asse di legno o di metallo, intorno al quale la girella può girare liberamente.

Le girelle si distinguono in *girella fissa* (Fig. 6.ª) ed in *girella mobile* (Fig. 7.ª).

2. La girella fissa è quella, in cui l'asse è fisso, non potendo avere altro movimento che quello di rotazione intorno al suo asse; come è la girella usata per attingere l'acqua dal pozzo.

3. La girella mobile è quella, il di cui asse è mobile, avendo oltre del movimento di rotazione un movimento nello spazio, come si può ravvisare nelle taglie.

4. La girella fissa non apporta alcuna economia di

forza; dapoicchè essa corrisponde all'azione di una leva di primo genere, il di cui punto di appoggio è nel centro, e le due braccia corrispondono ai raggi della girella, ed essendo uguali, l'equilibrio si ha qualora forze uguali agiscono sulle estremità della corda: di fatto due pesi perfettamente uguali, sospesi alle estremità di una corda adattata ad una girella fissa si equilibrano; ma da però maggior commodo nell'esercizio della forza, e particolarmente della forza muscolare dell'uomo; e da tutti si conosce ch'è più agevole innalzare un peso qualunque mediante una corda adattata ad una girella, che sollevarlo a mano.

5. Qualora però due girelle di differenti diametri sono inchiodate fra loro (Fig. 8.ª), e sulla scannellatura della girella A di piccolo diametro è fissata l'estremità di una corda, che coll'altro estremo è legata al peso P che si vuole sollevare, e sulla circonferenza della girella R di maggior diametro agisce una forza; l'equilibrio si avrà se la forza moltiplicata pel raggio della girella di maggior diametro è uguale al prodotto della resistenza moltiplicata per la lunghezza del raggio della girella di minor diametro; perciò vi sarà tanta più economia di forza per quanto più s'ingrandisce la girella grande, e s'impicciolisce la girella piccola.

6. Diversi apparecchi usati nell'industria sono identici a questo descritto; tali sono gli *argani*, (Fig. 9.ª) i *verricelli*, o *l'asse nella ruota* (Fig. 10.ª), il *mancanello* dei maestri muratori ec.; in questi la corda che sospende o trascina il peso si avvolge ad un cilindro o a

pezzi di legno conformati in tal modo, il quale corrisponde alla girella di piccolo diametro; e la potenza agisce su i raggi prolungati di una ruota, che corrisponde alla girella di maggior diametro.

7. In questi apparecchi il risparmio di forza è tanto maggiore, per quanto è più piccolo il raggio del cilindro paragonato al raggio della ruota; e positivamente l'equilibrio in essi avviene, se la potenza sta alla resistenza come la lunghezza del raggio del cilindro sta alla lunghezza del raggio della ruota. Vale a dire se con una potenza dell'intensità di un rotolo, si vuole equilibrare una resistenza dell'intensità di otto rotola, bisogna che il raggio della ruota sia otto volte la lunghezza del raggio del cilindro.

8. Nella girella mobile si ha l'equilibrio, qualora la potenza sta alla resistenza, come il raggio OP della girella sta alla sottesa RP dell'arco della girella, che è circondato dalle fune; perciò nella girella mobile si risparmia la metà di forza, laddove la fune abbraccia la metà della sua circonferenza, il che avviene quando le porzioni residuali della fune restano in direzioni parallele tra loro, come nella (Fig. 11.ª) e si ha un risparmio minore di forza a proporzione che queste direzioni sono più inclinate tra loro

9. *Le taglie* usate dai marini, ed in diversi altri usi, rappresentate dalla (Fig. 12.ª) sono dei sistemi di girelle, risultanti dalla connessione di girelle fisse *a*, *b*, *c*, e di altretante girelle mobili *d*, *e*, *f*; le prime sono poste in una stessa intelajatura AB, la quale è

fissata ad un ostacolo irremovibile D; le seconde adattate in altra intelajatura EF ch'è attaccata al masso che si vuole rimuovere. Una corda si lega con un'estremità alla base B dell'intelajatura delle girelle fisse , e si fà passare successivamente per una girella mobile posta nell'altra intelajatura EF, e da questa per una girella fissa posta nell'intelajatura AB, indi in un'altra girella mobile ec., e dopo di aver percorse le scannellature di tutte le girelle fisse e mobili vi si fa agire una forza.

10. L'economia di forza in questi sistemi di girelle è in corrispondenza del numero delle girelle mobili ; avendo per fermo che ogni girella mobile economizza la metà di forza; talmentecchè impiegando un numero n di girelle mobili e altrettante fisse l'equilibrio si ha se la potenza sta alla resistenza come $1 : 2 \times n$.

LEZIONE 10.ª

TRASMISSIONE DEL MOVIMENTO DI ROTAZIONE DI UNA GIRELLA IN ALTRA GIRELLA, RUOTE DENTATE, RUOTE AD ANGOLO, RUOTE A SEGA, RUOTE A TAMBURO, ROCCHETTI.

1. Il movimento di rotazione di una girella può trasmettersi ad altra girella in vario modo. Qualora due girelle sono disposte in modo che restano nello stesso piano, se una corda eterna, ovvero una correggia di cuojo ben tesa passa per le rispettive gole; allorchè si fa girare una di queste girelle, la pressione della corda o della correggia sulle loro superficie basta per dar movimento all'altra.

2. Queste girelle sono per lo più controcambiate in ruote, e si adoprano nelle macchine da aggomitolare, nei filatoi, e nei filarelli, negli arrotatoi di rasoi, nella piramide degli oriuoli da saccoccia, nel tornio ec; a buon conto ogni qual volta si vuole trasmettere il movimento circolare a qualche distanza.

3. Le due ruote girano nello stesso senso, qualora la corda eterna passa sull'esterno delle loro circonferenze come nella (Fig. 13.ª); e girano in senso opposto, allorchè essa intersegasi tra le due ruote come nella (Fig. 14.ª).

4. Le velocità delle ruote in tal modo disposte sono tra loro nel rapporto inverso dei rispettivi raggi. Talmentecchè se il movimento di una ruota del diametro di quattro palmi si trasmette su di una ruota del diametro di mezzo palmo; se la prima si muove con una velocità uguale ad uno, la seconda deve muoversi con una velocità uguale ad otto.

5. Oltre le anzidette ruote nelle arti industriali si adoprano le *ruote dentate*, le *ruote ad angolo*, le *ruote a sega*, le *ruote di vettura*, le *ruote a tamburo*, e *le ruote idrauliche*; di queste ultime ce ne occuperemo parlando del movimento dei liquidi.

6. *Le ruote dentate* sono delle ruote costruite di legno o di metallo, la di cui circonferenza è fornita di solchi paralleli all'asse di rotazione; le parti rilevate di questi solchi diconsi *denti*. Vedete (Fig. 15.ª).

7. I denti di due ruote dentate, che ingranano tra loro, sono della stessa grossezza, e posti alla medesima

distanza l'uno dall'altro nelle due ruote; perciò il numero rispettivo di essi in ciascuna ruota è nello stesso rapporto delle lunghezze dei raggi delle ruote. Dippiù le due ruote che ingranano girano sempre in senso opposto, ed i numeri dei giri che fanno sono nel rapporto inverso del numero dei loro denti o della lunghezza dei loro raggi.

Comunemente si fa ingranare una ruota dentata con un *rocchetto*; questo può essere isolato come nella (Fig. 16.ª), ovvero è stabilito sull'asse di altra ruota, come nella (Fig. 17.ª), e può essere di metallo o di legno.

8. *I rocchetti* di metallo sono ruote dentate di ristretta base e di bastante altezza. I rocchetti in legno sono per lo più formati da due cerchi sostenuti in posizione parallela tra loro da assicelli di uguali lunghezze, disposti parallelamante tra loro, e ad uguali distanze; essi sono conficcati in buchi praticati verso le periferie dei cerchi, vedi (Fig. 18.ª) Questi rocchetti in legno sono detti comunemente *lanterne*, e possono osservarsi negli ordinarii mulini da grano animati da forza muscolare.

9. *Le ruote ad angolo* sono ruote dentate, la di cui forma in vece di essere cilindrica e conica; e le scannellature sono sulle superficie coniche. Queste ruote sono disposte in modo che i loro piani formano un'angolo per lo più retto come nella (Fig. 19.ª); e sono quasi sempre usate per cambiare il movimento verticale in movimento orizzontale, e viceversa.

10. *Le ruote a corona* sono delle ruote dentate, in

cui i denti sono perpendicolari al piano della ruota, e paralleli all'asse di rotazione. I denti spesso ingranano con un rocchetto, il di cui asse è perpendicolare all'asse della ruota; vedete (Fig. 20.a).

11. *Le ruote a sega* hanno i denti per lo più triangolari ed acuminati, disposti obliquamente sulla loro circonferenza. S'impiegano per lasciar girare le ruote in un verso, ed impedire che si muovano in direzione opposta. Il pezzo che entra nei denti chiamasi *nottolino*, il quale d'ordinario viene spinto contro la ruota da una molla, come nella (Fig. 21.a). Le ruote a sega adopransi in diverse macchine, come nel martinello, negli oriuoli ec.

12. *Le ruote di vettura* sono da tutti conosciute perciò ci asteniamo di darne un minuto dettaglio; diremo soltanto che per le vetture impiegate a trasportare grandi pesi si è trovato ottimo fare i mozzi di ghisa in vece di legno; dapoicchè dovendo questi avere molti buchi, in cui vi sono calettati li raggi, vengono perciò indeboliti. Dippiù è da riflettersi, che l'attrito è tanto minore per quanto è più grande il diametro della mota.

13. *Le ruote a tamburo* sono dei grandi cilindri vuoti, il di cui asse è disposto in posizione orizzontale; dentro di essi si fanno agire gli animali in modo che pel proprio peso danno un movimento di rotazione verticale alla ruota. Queste ruote sono mosse per lo più da cani, e talune volte dagli uomini, vedete (Fig. 22.a).

LEZIONE 11.ª

PIANO INCLINATO, VITI, CUNEI, MARTINELLI, CONDIZIONI DI EQUILIBRIO IN ESSI.

1. Il *piano inclinato* va tra le macchine semplici, ed è un piano disposto in posizione inclinata all'orizzonte. Si adopera per far montare i corpi ad una certa altezza impiegando una forza minore di quella che bisognerebbe per innalzarli verticalmente.

2. Da dimostrazione matematica si conosce che la forza necessaria per innalzare un corpo nella direzione della verticale stà alla forza che bisogna per innalzarlo allo stesso punto per mezzo del piano inclinato, come la lunghezza del piano inclinato stà alla sua elevazione; perciò volendo innalzare un corpo ad una data altezza si ottiene con più risparmio di forza a proporzione che più si allunga il piano inclinato. Di fatti perchè le carrozze potessero montare con minor forza ad un punto elevato; si usa di allungare la strada che conduce al detto punto, facendole subire dei giri o delle tortuosita.

3. Le condizioni di equilibrio delle viti e dei cunei possono rapportarsi alle stesse dottrine stabilite pel piano inclinato.

4. Di fatti *la vite* non è altro, che un piano inclinato avvolto a spira intorno ad un'asse cilindrico (Fig. 23.ª), che mediante un movimento circolare che se le fa

subire, si conficca in un pezzo di legno o di metallo detto *scrofola o madre vite*.

5. Le viti si adoperano per ravvicinare, stringere, o connettere dei pezzi tra loro; ovvero innalzare dei corpi posti sulla loro estremità; laonde vi occorre minor forza per metterle in movimento circolare a proporzione che i loro giri hanno una minore inclinazione, vale a dire che si avvicinano dippiù alla direzione perpendicolare al di loro asse.

6. I *cunei* o le *zeppe* sono usate per intrometterli tra due corpi, o tra le parti di uno stesso corpo per separarle; ovvero conficcandoli al di sotto di un corpo per sollevarlo. Essi risultano dalla connessione di due piani inclinati addossati tra loro (Fig. 24.ª); perciò per quanto è minore l'inclinazione di questi piani in rapporto alla loro lunghezza, tanto è minore la forza che bisogna per intrometterli.

7. *Il martinello* consiste ordinariamente in una sega dentata ritenuta in posizione verticale dentro forte cassa di legno o di ferro; questa sega è innalzata dall'azione di una ruota dentata o di un rocchetto che ingrana con i denti della sega, e ch'è posta in movimento per mezzo di un manubrio, in guisa che sottoposta l'estremità superiore della sega a grandi massi vengono essi sollevati. L'eccessivo peso del masso farebbe abbassare la sega nell'atto che cessa l'azione motrice; perciò alla ruota dentata o al rocchetto è attaccata una ruota a sega, che un nottolino ben solido impedisce di retrocedere nel suo movimento, come nella (Fig. 25.ª).

8. L'equilibrio in quest'apparecchio si avvera quando la potenza sta alla resistenza, come il raggio della ruota dentata o del rocchetto, sta al braccio del manubrio che li da movimento.

9. Le condizioni di equilibrio esposte dianzi per le macchine semplici sono basate sulla supposizione che la trasmissione della forza si faccia liberamente in ciascuna macchina, senz'aver riguardo ad altra resistenza all'infuori di quella che si vuole vincere o equilibrare; ma in pratica s'incontrano diversi ostacoli dipendenti dalla costituzione fisica dei corpi che s'impiegano, i quali introducono nelle condizioni dell'equilibrio e del movimento degli elementi tutti nuovi; tra questi i più ordinarii sono, che abbiamo supposte le leve perfettamente rigide, ed esse sono più o meno flessibili; le corde perfettamente flessibili, e non lo sono; e non abbiamo supposto alcuna distrazione di forza per lo strofinio e l'attrito tra le parti della macchina, il che è impossibile a succedere in pratica.

10. Posto ciò, per avere in pratica le condizioni effettive dell'equilibrio e del movimento bisogna aver riguardo a tutte queste cause, ed introdurre delle correzioni nel calcolare i risultati; quali correzioni debbono essere suggerite dall'esperienza, perchè dipendono dalla costituzione fisica dei corpi, e da circostanze particolari che accompagnano ciascuna macchina.

10. In ultimo è da avvertirsi, che le macchine lungi dal procrear forza ne distruggono parte per l'attrito delle loro parti, e per altre circostanze di sopra indica-

te; possono però accrescere l'effetto della forza a discapito del tempo, od abbreviare il tempo con discapito nell'effetto della forza.

LEZIONE 12.ª

EFFETTI DELLE MACCHINE SEMPLICI NEL TRASMETTERE E CAMBIARE LA NATURA E DIREZIONE DEL MOVIMENTO.

1. Le macchine semplici vengono usate isolatamente e fan parte di qualunque macchinismo; possono non solo accrescere l'effetto della forza a discapito del tempo, od abbreviare il tempo a discapito dell'effetto utile; ma possono bensì trasmettere l'azione del motore a distanze più o meno significanti; come pure possono cambiare la natura e la direzione del movimento.

2. Una forza agendo sulla estremità del braccio della potenza di una leva di primo genere, la sua azione venendo trasmessa all'estremità del braccio della resistenza è impiegata od a rimuovere una resistenza qualunque, od a trasmettere il suo movimento ad altra macchina, facendo da motore secondario: esempio di ciò possiamo rinvenirlo nelle tirate de' campanelli, dal che possiamo convincerci che l'azione della mano si trasmette a distanza più o meno significanti sul campanello.

3. Dippiù un motore agendo in una data direzione su di una parte della macchina, nel trasmettere la sua azione ad altra parte della stessa macchina le fà subire un movimento in una direzione diversa di quella del

motore. Nell'esempio poc'anzi citato delle tirate de'campanelli si osserva che l'azione della mano non solo viene trasmessa ad una certa distanza, ma benanche che il campanello e scosso in direzione diversa da quella della mano. Nell'esempio della leva di primo genere la potenza si muove in direzione diversa della resistenza. Lo stesso può verificarsi in una infinità di altri esempî, che avremo occasione di esporre nel prosieguo.

4. I movimenti più semplici prodotti dallo scorrere di un punto su di un piano sono il rettilineo ed il curvilineo; ciascuno di questi dicesi continuo, se prosegue il movimento sempre nella stessa direzione; e dicesi alternativo, quante volte dopo di aver percorso un dato spazio in una data direzione, ritorna in dietro per raggiungere il punto da cui era partito, e così alternando continuamente. Per questo può servire di esempio l'altaleno, ed il pendolo.

5. Posto ciò, le macchine possono cambiare; 1.° il movimento rettilineo continuo in altro movimento rettilineo continuo; 2.° il movimento rettilineo continuo in rettilineo alternativo; 3.° il movimento rettilineo continuo in circolare continuo; 4.° il movimento rettilineo continuo in circolare alternativo; 5.° il movimento circolare continuo in rettilineo alternativo; 6.° il movimento circolare continuo in altro movimento circolare continuo; 7.° il movimento circolare continuo in circolare alternativo; 8.° il movimento rettilineo alternativo in altro movimento rettilineo alternativo; 9.° il movimento rettilineo alternativo in circolare

alternativo; e 10.° il movimento circolare alternativo in altro movimento circolare alternativo.

6. Un motore agendo in direzione rettilinea o circolare, continuo od alternativo su di un punto della macchina, si ha in altro punto di questa un movimento di diversa natura. Nel tornio mediante il movimento rettilineo alternativo del piede, che agisce su di una leva, si ha nel volante un movimento circolare continuo od alternativo. La vite cambia il movimento circolare continuo od alternativo in movimento rettilineo continuo od alternativo, e viceversa. L'urto o il peso dell'acqua di un fiume mette in movimento circolare una ruota idraulica. Il vento urtando in direzione rettilinea sulle ali di un mulino a vento mette in movimento circolare la ruota del mulino. Il movimento alternativo dei remi può produrre un movimento rettilineo o curvilineo nella barca, ec.

7. Un movimento rettilineo continuo può cambiarsi in altro movimento rettilineo continuo, le di cui direzioni prolungate non s'incontrano, congiungendo con una retta AB (Fig. 26.ª) le due rette AD e BC, che indicano le direzioni dei movimenti, e situando due girelle negli angoli A e B prodotti dalle direzioni dei movimenti con la retta che le unisce, ed in modo tale disposte che i lati rispettivi di questi angoli sieno tangenti alle gole delle girelle. Applicando una forza all'estremità di una corda, che si fa passare per le gole di queste girelle, si ha la sua azione trasmessa in altra direzione all'altra estremità della corda.

8. La trasmutazione del movimento rettilineo continuo in circolare continuo si può osservare nel mulino a vento, le di cui ali si mettono in movimento circolare mediante l'urto rettilineo del vento (Fig. 27.a); nelle ruote idrauliche mosse dal peso o dall'urto dell'acqua (Fig. 28.a); in un disco di cartone o di lamine metalliche frastagliate, detto comunemente *ventarola* o *mulinello*, che d'ordinario si situa in un'apertura circolare praticata nella sommità di una porta o chiusura qualunque di una grande sala, e che l'urto del vento mette in movimento di rotazione per rinnovare l'aria della sala; simile apparecchio si mette talvolta nell'imboccatura di un cammino da fumo, che vien messo in movimento circolare dalla corrente ascendente dell'aria riscaldata, quale movimento si è applicato ai girarrostri. Nella *Danaide* (Fig. 29.a) un filetto di acqua mette in movimento circolare un vase cilindrico, urtando nell'interno delle sue pareti nella direzione della tangente.

9. In queste diverse applicazioni, invertendo i punti di applicazione della potenza e della resistenza, si cambia un movimento circolare continuo in movimento rettilineo continuo. Questo si osserva benanche nei manubrii od altre macchine da forare; nella vite che mediante movimento di rotazione continuo il loro fusto s'innalza, si abbassa o subisce dei movimenti orizzontali; nella vite eterna (Fig. 30.a) mediante il suo movimento di rotazione si ha l'innalzamento dei pesi; nelle ruote dentate che ingranano nelle seghe, il movimento circolare della ruota innalza o abbassa la sega, come può osservarsi nei lumi a mano, nei martinelli ec.

10 Un movimento circolare continuo si può trasformare in circolare alternativo facendo agire una ruota dentata su di un'altra ruota, che ha soltanto una porzione della sua circonferenza fornita di denti come nella (Fig. 31.ª). La ruota armata di bocciuoli, *a*, *b*, *c*, *d*, (Fig.32.ª) girando, fa sì che i bocciuoli urtano l'uno dopo l'altro sul manico di un martello, o di un pestatojo di una gualchierà, ch'è mobilissimo intorno ad un asse, e li fa subire un movimento circolare alternativo.

LEZIONE 13.ª

CONTINUAZIONE SULLA TRASFORMAZIONE DEI MOVIMENTI.

1. Un esempio del movimento rettilineo alternativo cambiato in circolare alternativo si ha nel trapano, in cui il movimento verticale alternativo, impresso dalla mano alla traversa del trapano, produce un movimento circolare alternativo nel volante e nell'asta. In alcuni tornii addetti a lavori grossolani di legname vi è, all'estremità di una leva poggiata sul suolo, attaccata una corda, che si avvolge per un pajo di giri sul pezzo a tornire, andandosi a ligare coll'altro estremo ad un'asta flessibile che la tiene tesa; il movimento rettilineo alternativo del piede sulla leva, produce un movimento circolare alternativo nel pezzo di legno che si vuol tornire. Nell'archetto usato nel tornio a mano, per lavori di minuterie, e nell'orologeria, si ha dal movimento rettilineo alternativo della mano che si comunica all' ar-

chetto un movimento circolare alternativo nel pezzo a tornire. Dando un movimento rettilineo alternativo ad una sega dentata che ingrana in una ruota dentata (Fig. 33.ª) si ha in questa un movimento circolare alternativo; il che può verificarsi nel martinello, nella connessione della sega e ruota dentata dei candelieri ad oglio; potendosi ciascuno convincere che in questi; se si muove la sega alternativamente, si ha nella ruota dentata un movimento circolare alternativo, e viceversa, se si fa subire alla ruota un movimento circolare alternativo, si ha nella sega un movimento rettilineo alternativo.

2. Un movimento rettilineo continuo si può trasformare in rettilineo alternativo, cambiandolo prima in circolare continuo, dipoi in circolare alternativo, e finalmente in rettilineo alternativo.

3. Si può avere il cambiamento del movimento rettilineo continuo in circolare alternativo mediante il pendolo idraulico di de'Perrault (Fig. 34.ª); il quale consiste in una cassa ABCD divisa in due porzioni dal piano CD, e che può bilicare su di un asse orizzontale M. Nello stato d'inazione il fondo AB della cassa è in posizione orizzontale; ma raccogliendosi l'acqua che sgorga dall'orifizio O nella porzione C della cassa, il peso dell'acqua fa abbassare questa porzione ed innalzare l'altra B; la porzione C abbassata si vuota dell'acqua raccolta, nell'atto che l'altra porzione B la raccoglie dall'orifizio finchè il peso dell'acqua nella porzione B la fa abbassare e vuotare; e così alternando continuamente,

si ha dal movimento rettilineo continuo dell'acqua un movimento circolare alternativo nel pendolo idraulico. Così pure (Fig. 35.ª) un corso di acqua che va in una vasca, sopra della quale è stabilito un bilanciere, alle di cui estremità sono sospese due casse che cadono lateralmente alla vasca ; l'azione del bilanciere fa agire alternativamente sì le valvole laterali della vasca, che quelle delle casse, in modocchè le casse vengono alternativamente piene e vuotate di acqua, comunicando un movimento circolare alternatico al bilanciere. Similmente nella (Fig. 36.ª) un movimento rettilineo continuo trasformandosi in movimento circolare continuo in una ruota a corona A fornita per mettà della sua circonferenza di denti ; questa agendo su due ruote dentate B B' stabilite sullo stesso asse orizzontale le fà acquistare un movimento di rotazione alternativo.

4. Si può cambiare il movimento circolare continuo in rettilineo alternativo, mediante una ruota guarnita di denti per mettà, che ingrana in una sega (Fig. 37.ª) ; la ruota nel mezzo giro che ingrana colla sega innalza la sega, la quale ricade pel proprio peso nell' atto chè la ruota esegue l'altro mezzo giro sfornito di denti; cosicchè dal movimento circolare continuo della ruota si ha un movimento rettilineo alternativo nella sega.

5. Parimenti (Fig. 38.ª) nella ruota BD alla quale è attaccata una curva in rilievo di una forma qualunque e f d, sulla quale poggia pel proprio peso, o vi è premuta da una molla, la punta C di un'asta AC, ch'è mantenuta in una posizione stabile dalle guide P e Q; dal

movimento circolare della ruota si ha un movimento alternativo nell'asta.

6. Nella (Fig. 39.ª) un corpo sospeso all' asse piegato a gomito, o ad un manubrio subisce un movimento di va e vieni, qualora all'asse, od al manubrio si fa subire un movimento circolare.

7. Nella (Fig. 40.ª) la ruota AB orizzontale o verticale che ha delle rilevatezze regolari o irregolari nella sua circonferenza, sulla quale poggia pel proprio peso, o vi è spinto dall'azione di una molla, l'estremità C di un'asta CD; facendosi girare la sudetta ruota, l' asta subisce un movimento rettilineo alternativo.

8. In molti di questi esempii prendendo la causa per l' effetto cangiasi il movimento rettilineo alternativo in circolare continuo. Parimenti si ha questa inversione di movimenti nel tornio, negli arrotatoi nei quali il movimento rettilineo alternativo del piede produce nel volante un movimento circolare continuo; così pure il movimento rettilineo alternativo dell' asta dello stantuffo di una macchina a vapore produce nel volante e nelle ruote un movimento di rotazione continuo.

9. Si può avere un movimento circolare continuo da un altro movimento circolare continuo, mediante ruote dentate che ingranano tra loro, o dall'azione di una ruota dentata su di un rocchetto; come pure facendo passare una corda eterna per le gole di due girelle fisse, come per quella stabilita sull'asse della mola e pel volante, negli arrotatoi di rasoi.

10. Si può trasformare il movimento di rotazione

orizzontale in verticale, od in altro più o meno inclinato, e viceversa, per mezzo di ruote dentate ad angolo (v. L. 10ª n.° 6 e 7) che ingranano tra loro; mettendo i piani delle ruote in posizioni atte a produrre quella trasformazione che si desidera (Fig. 41.ª). Si può avere lo stesso per mezzo di un sistema di girelle convenientemente disposte come nella (Fig. 42.ª), facendo passare per le loro gole una corda eterna. Mediante la vite eterna si ha pure il movimento circolare della vite trasmessa alla ruota dentata che gira in altro piano, come nella (Fig. 43.ª). Le velocità relative di questi movimenti possono calcolarsi nel modo detto a pag. 39 n.° 4.

11. Si può produrre un movimento rettilineo alternativo mediante altro movimento rettilineo alternativo, cambiandolo prima in circolare continuo od alternativo, e di poi questo in rettilineo alternativo

12. Si può avere un movimento circolare alternativo mediante altro movimento circolare alternativo con lo stesso apparecchio usato per produrre un movimento circolare continuo mediante altro movimento circolare continuo; e si può aver eziandio congiando il movimento circolare alternativo in rettilineo o circolare continuo, e questo poi in circolare alternativo.

13. Bisogna avvertire che gli esempî citati sono stati sufficienti a dimostrare l' inversione dei diversi movimenti; ma oltre a questi ve n' è un' infinità di altri che possono adoperarsi nel bisogno, molti dei quali sono nelle opere di Borgnis, Long, Bettancourt ed altri i quali si sono occupati precisamente della composizione delle macchine.

14. In ultimo facciamo marcare, che in queste trasformazioni di movimenti si ha sempre una perdita di forza in corrispondenza della complicazione della macchina, e delle disposizioni delle sue parti; dovendosi aver sempre presente che le macchine non procurano forza, ma possono soltanto accrescere l'effetto della forza a discapito del tempo, o possono abbreviare il tempo con perdita di effetto utile; a buon conto ciò che si acquista nell'effetto è a discapito del tempo, e ciò che si guadagna in tempo è con perdita di effetto utile della forza.

LEZIONE 14.ª

DEI FLUIDI E LORO DISTINZIONE, CONDIZIONI DI EQUILIBRIO NE' LIQUIDI, PRESSIONI DEI LIQUIDI SUL FONDO E SULLE PARETI LATERALI DE'VASI.

1. I corpi solidi sono caratterizzati dall'essere le loro molecole aderenti ed invariabilmente legate tra loro; nei *fluidi* quest'aderenza è debolissima, o quasicchè distrutta, in modocchè esse cedono a qualunque piccolo sforzo. Posto ciò, i corpi fluidi sono caratterizzati dalla perfetta mobilità reciproca delle loro particelle; talmentecchè ogni piccola pressione esercitata in uno dei punti del fluido si trasmette a tutte le sue molecole; come si può ravvisare nell'acqua, nell'oglio, nell'aria atmosferica. ec. Tutte le proprietà dei fluidi in equilibrio sono delle conseguenze di questo principio.

I fluidi si distinguono in *fluidi liquidi* come l'acqua,

l'oglio, ec. ed in *fluidi gassosi o aeriformi* come l'aria atmosferica, il gas idrogeno, l'acido carbonico. ec.

2. I liquidi si dicono in equilibrio , qualora le loro particelle sono sottoposte ad uguali pressioni in tutt' i loro punti; nel qual caso la loro superficie superiore è piana ed orizzontale.

3. Questa conformazione si ravvisa nella supercie dei liquidi in equilibrio di poca estensione; ma nelle superficie molto estese, come quelle dei vasti mari la superficie è quella di una sfera concentrica colla terra. Di fatti se dal livello del mare si guarda un'isola od un vascello posto alla distanza di 20 o 30 miglia non se ne scovre che la sommità, essendo il resto occultato dalla sfericità della superficie delle acque, e si giunge a vederne un estensione maggiore a proporzione che uno si eleva ad altezza maggiore.

4. Questa uguaglianza di livello nei liquidi in equilibrio si avvera costantemente, qualunque sia la forma del vase ov'è contenuto, e qualunque divisione o diramazione avesse detto vase, purchè sieno le sue diramazioni, o parti in perfetta comunicazione. Parimenti se in un liquido s'immergono dei tubi aperti ai loro estremi di un diametro non molto stretto, il liquido si mette nei tubi allo stesso livello che nel liquido esteriore. Pruova di ciò l'abbiamo scavando un fosso nell'arena, ancorchè ad una certa distanza dal lido, si trova dell'acqua , la qual'è allo stesso livello di quella del mare ; come pure se ciò si esegue in prossimità di un lago, o di un fiume, i di cui margini sono di materie penetra-

bili dall'acqua, questa si rinviene subitocchè si giunge ad una profondità da corrispondere al livello dell'acqua del lago o del fiume.

5. In un tubo curvo uno stesso liquido si mette allo stesso livello nelle due braccia, quantunque queste fossero di differentissimi diametri; ma se vi s'immettono liquidi di diversa densità, o per essere diversamente dilatati dal calore, o per essere liquidi di diversa natura, le altezze dei livelli nelle due braccia sono nel rapporo inverso delle loro densità. Di fatti se in una delle braccia di un tubo curvo (Fig. 44.ª) si mette dell'acqua, e nell'altro del mercurio si vedrà che l'altezza del livello dell'acqua sta all'altezza del livello del mercurio, come la densità del mercurio alla densità dell'acqua.

6. Due o più liquidi, che non si mischiano, posti nello stesso vase si dicono in equilibrio, se si soprappongono l'uno all'altro nel rapporto delle loro densità, e le superficie che li separano sono orizzontali, e perciò tutte parallele alla superficie del liquido superiore. Così posti in un bicchiere mercurio, acqua, ed oglio; il mercurio perchè più denso di tutti occuperà il fondo, l'acqua si soprapporrà al mercurio, e l'oglio all'acqua.

7 Un liquido in un vase esercita una pressione sul suo fondo corrispondente a quella del peso di una colonna di liquido che ha per base il detto fondo, e per altezza l'altezza del livello del liquido; sia qualunque la conformazione del vase, e la diversità di diametro nei diversi punti della sua altezza.

8. L'uguaglianza di pressione, a cui sono sottoposti

tutt'i punti della superficie di un liquido, ha rapporto alla pressione esteriore; ma un liquido agendo pel proprio peso fa sì che gli strati sottoposti vengono compressi dagli strati superiori, e questa pressione si accresce negli strati sottoposti a proporzione che trovansi più discosti dalla superficie superiore del liquido. Di fatti, se sulla parete laterale di un vase ripieno di liquido, si fanno dei buchi della stessa grandezza, ma a diverse altezze, il liquido scolerà per dette aperture con velocità tanto maggiore a proporzione che il buco è più discosto dal livello del liquido; il che prova che la pressione è differente nei diversi strati orizzontali del liquido, essendo maggiore negli strati posti verso il fondo di quei posti verso la superficie superiore del liquido, per quanto è il peso della massa di liquido frapposta fra li due strati. Questo fatto ci convince che la pressione esercitata da una massa liquida su di una superficie qualunque dipende unicamente dalla diversa altezza della colonna liquida che sovrasta questa superficie, ed è indipendente dalla forma del vase; ed in conseguenza il fondo di un vase soffre una pressione corrispondente al peso di una massa di liquido, che ha per base il detto fondo, e per altezza la distanza del medesimo dal livello del liquido.

9. Quelle porzioni delle pareti laterali, sieno esse oblique o verticali, se sono ugualmente distanti dal livello del liquido soffrono la stessa pressione, e se sono a diverse distanze dal livello del liquido soffrono pressioni varie. Tutte soffrono una pressione corrispondente al peso di

una colonna liquida, che ha per base la detta porzione, e per altezza la sua distanza dal livello del liquido.

10. Bisogna aver presente queste conoscenze, particolarmente nella costruzione delle vasche e dei vasi addetti a contenere liquidi, per dare alle loro pareti quella solidità, onde poter agevolmente sostenere il peso, da cui possono, o devono esser gravate.

LEZIONE 15.ª

FENOMENI CHE SI HANNO DALL' IMMERSIONE DI UN SOLIDO IN UN LIQUIDO, DEL PESO SPECIFICO DEI CORPI E DEL MODO DI DETERMINARLO.

1. Allorchè un solido s'immmerge in un liquido mettons'in azione due forze opposte, cioè la forza di gravità del solido e quella d' impenetrabilità del liquido; la prima spinge il corpo da alto in basso, e la seconda da basso in alto. Or siccome la forza di gravità del solido è nel rapporto della sua densità, e quella d'impenetrabilità del liquido è pure nel rapporto della densità del liquido; perciò se il solido ha una densità maggiore del liquido, la forza di gravità del solido vince la forza d'impenetrabilità del liquido, e cade nel fondo del liquido, non con tutta la forza impressali dalla sua gravità, ma con la differenza di questa su quella prodotta dall'impenetrabilità del liquido; se la densità del solido è uguale a quella del liquido, la forza di gravità del solido è quella d'impenetrabilità del liquido si equili-

brano, ed il solido si confonderà nel liquido potendovi rimanere in qualunque sito; finalmente se la densità del solido è minore di quella del liquido, il solido galleggerà nel liquido, perchè la forza di gravità del solido viene superata da quella d'impenetrabilità del liquido, ed il solido s'immergerà di tanto nel liquido scacciando un volume di liquido il di cui peso è uguale a quello del corpo solido.

2. Qualora un corpo solido s' immerge totalmente nel liquido perde tanto di peso, per quanto è il peso del liquido che rimuove; vale a dire perde tanto peso per quanto è il peso di un volume di liquido uguale al suo. Questa verità fu scoverta dal celebre matematico Siracusano Archimede, perciò porta il nome di principio di Archimede, e su di esso è stabilita la teoria e l' uso della bilancia idrostatica, e dei metodi per la determinazione del peso specifico dei corpi.

3. Un corpo solido galleggiando in un liquido vi s'immerge di tanto da scacciare un volume di liquido, il di cui peso è uguale esattamente al peso di tutto il corpo solido; perciò lo stesso corpo solido s'immergerà dippiù in un liquido meno denso che in un liquido più denso; e su questo principio è stabilita la teoria, e la costruzione degli areometri.

4. Di fatti se una bacchetta di legno AB (Fig. 45.ª) fornita di una lamina di piombo nel basso s'immerge nell'acqua fino a C, e nello spirito di vino fino a D, è chiaro che il peso di un volume di acqua uguale alla porzione BC della bacchetta è uguale al peso di un volume di spirito di vino uguale alla porzione BD; essendo sì il peso di

un volume di acqua uguale a BC, che quello di spirito di vino uguale a BD uguale al peso totale del della bacchetta.

5. La posizione che prende un corpo galleggiante in un liquido nello stato di equilibrio non è determinata soltanto dalla quantità di liquido scacciata uguale al suo peso; ma viene altresì determinata dal centro di gravità del solido, che deve restare al di sotto, e nella stessa verticale del centro di gravità del liquido scacciato; quest'ultimo punto viene distinto col nome di *centro di pressione*. Pel tal ragione caricasi ordinariamente la parte inferiore di un corpo galleggiante di corpi pesanti, per fare che il suo centro di gravità sia portato al di sotto del centro di pressione, come si fà nei bastimenti zavorrandoli.

6. Per *peso specifico* di un corpo s'intende il rapporto tra il peso di un dato volume del corpo paragonato al peso dello stesso volume di un'altro corpo preso per unità.

7. I corpi che si prendono per unità, ai quali si rapportano tutti gli altri corpi, sono l'aria atmosferica pura e l'acqua distillata; all'aria atmosferica pura si rapportano i corpi aeriformi, ed all'acqua distillata i corpi solidi e liquidi.

8. Il peso specifico di un corpo si ha, determinando il peso esatto sì del corpo, che di un volume uguale di aria atmosferica pura se il corpo è gassoso, o di acqua distillata, se il corpo è solido o liquido; dividendo il primo peso pel secondo, nel quoziente si ha il peso specifico del corpo.

9. Supponiamo che si voglia determinare il peso specifico di un corpo solido, come l'argento. Si prenda una bottiglia a bocca larga con turacciolo smerigliato ripiena esattamenta di acqua distillata, si metta in una coppa della bilancia e si fa equilibrare con dei pesi posti nell'altra coppa; di poi si prenda uno o più pezzi di argento di tale grandezza da potersi introdurre nella bottiglia, che si mettono sulla coppa della bilancia ov'è posta la bottiglia, e si veda esattamente qual peso vi bisogna nella coppa opposta per ristabilire l'equilibrio; supposto che detto peso sia 3 once, 7 dramme, e 27 acini, questo denota il peso dell'argento nell'aria. Si toglie la bottiglia e l'argento dalla coppa della bilancia, e s'intrometta l'argento nella bottiglia, ne sortirà da questa un volume di acqua distillata esattamente uguale al volume dell'argento; talmentecchè chiusa di bel nuovo la bottiglia, ed asciugata esteriormente, si rimetta nella coppa della bilancia, si osserverà una minorazione di peso, che supposto di 3 dramme, e 34 acini, sarà questo il peso di un volume di acqua esattamente uguale al volume dell'argento. Or dividendo 3 once, 7 dramme, e 27 acini pari a 2247 acini, peso dell'argento, per 3 dramme, e 34 acini uguale a 214 acini, peso di un ugual volume di acqua distillata, si avrà per quoziente 10. 5, ch'è il peso specifico dell'argento.

10. Il peso specifico di un liquido si ha prendendo una bottiglia con turacciolo smerigliato, e si determinano esattamente i pesi sì del liquido, che di acqua distillata, che la bottiglia può contenere; si divida il pri-

mo peso pel secondo, il quoziente darà il peso specifico del liquido.

11. Per determinare il peso specifico dei corpi aeriformi. Si prenda un recipiente fornito di un esatto rubinetto nella sua apertura, si vuota di aria, e si pesa in tale stato; dipoi si riempie del gas, di cui si vuole conoscere il peso specifico, e se ne osserva l' aumento di peso, ch'è il peso di un volume di gas di cui è capace il recipiente, che si nota. Si vuota il recipiente del gas che contiene, e si riempie di aria atmosferica spogliata al più possibile di umidità, e si rinviene il peso del volume di aria contenuta nel recipiente. Si divida il peso del gas pel peso dell'aria, il quoziente darà il peso specifico del corpo gassoso.

12. Nella ricerca del peso specifico è necessario badare al grado di calore, che hanno i corpi assoggettati all'esperienza; dapoicchè come diremo, questo dilata i corpi, li fa crescere di volume, e minorare di densità; quest'avvertenza è necessaria per i liquidi, e molto più per i corpi aeriformi, che risentono più l'impressione del calore; anzi per questo bisogna tener conto benanche della pressione atmosferica, la quale accrescendosi li comprime, li restringe, e li fà crescere di densità; e minorandosi li dilata, e li minora di densità.

LEZIONE 16.ª

DEGLI AREOMETRI O PESA LIQUORI E LORO COSTRUZIONE, E DELLA BILANCIA IDROSTATICA.

1. Gli areometri o pesa liquori sono dei piccoli apparecchi atti a determinare il peso specifico dei corpi; ma più comunemente sono usati per indicare le quantità rispettive di due liquidi uniti tra loro, o la quantità di un solido, disciolta in una data quantità di liquido.

2. L'areometro consiste in un tubetto di vetro, o di metallo, della lunghezza di circa mezzo palmo (Fig. 46.ª) ad una delle sue estremità vi è una rigonfiatura, per galleggiare nei liquidi anche i meno densi, e al di sotto di questa rigonfiatura vi è soffiata un'altra pallina con un contropeso, da farlo reggere in posizione verticale allorchè si fa galleggiare ne'liquidi. Lungo il tubo vi è stabilita una scala graduata, che serve a marcare i diversi punti d'immensione dell'areometro.

3. Dovendo un corpo solido, che galleggia in un liquido, immergersi di tanto nel liquido onde rimuovere un volume di liquido, il di cui peso sia uguale esattamente al pesò del corpo galleggiante; l'areometro dovrà immergersi di più a proporzione che il liquido in cui s'immerge è meno denso. La scala graduata viene costruita facendo immergere l'areometro pria nell'acqua distillata, marcando il punto fin dove giunge il livello

dell'acqua, e di poi in liquidi di densità conosciute; marcando nei diversi punti del tubo, che pareggiano col livello di ciascun liquido, in cui trovasi immerso, la densità del medesimo liquido.

4. Per indicare la costruzione degli areometri atti ad indicare le quantità rispettive di due liquidi, prendiamo a costruire l'areometro per lo spirito di vino. Fatto il tubetto di vetro o di metallo nel modo detto di sopra, si fa immergere nell'acqua distillata, e si marca zero sul tubo il punto fin dove giunge il suo livello; di poi si passa nell'alcool purissimo, ed il punto del tubo, ove giunge il livello di questo, si marca 100: quindi si uniscono 90 parti di acqua distillata e dieci di alcool, ed in questi due liquidi così uniti s'immerge l'areometro, notando 10 nel punto fin dove l'immerge; e così variando la proporzione tra l'acqua e l'alcool, si vanno marcando i diversi punti sulla scala. In una maniera consimile si costruiscono diverse scale per li diversi liquidi uniti, e per le soluzioni dei solidi ne'liquidi.

5. Baumé considerando gl'inconvenienti che ne avvenivano particolarmente in commercio dall'uso de'diversi areometri per diversi liquidi, ne diede la costruzione di uno che chiamò *pesa sale*, da potersi usare per tutt'i liquidi, ed è la seguente. Si forma un'areometro con tale contrapeso che s'immerga nell'acqua distillata fino a circa la metà della lunghezza del tubo, e questo punto si marca zero; quindi si fà una soluzione di 15 parti di sale comune ben secco e purificato in 85 parti di acqua distillata, e si fà immergere in que-

sta l'areometro, marcando 15 il punto del tubo fin dove giunge il livello della soluzione, la distanza tra questo punto e lo zero si divide in 15 parti uguali; si compie la costruzione dell'areometro proseguendo la divisione in parti uguali a queste, tanto al disotto del 15 quanto al di sopra dello zero in tutta la lunghezza del tubo.

Oltre gli anzidetti areometri, detti a pesi costanti, ve ne sono di quelli a pesi variabili, o senza scala; come è quello di Farenheit per determinare il peso specifico de' liquidi, e quello di Nicholson per conoscere il peso specifico de' solidi; ma siccome con questi difficilmente si hanno risultati di molta esattezza, perciò ci asteniamo descriverli, e chi desidera conoscerne la descrizione e l'uso potrà riscontrare la mia opera intitolata Conoscenze elementari di Fisica e chimica pubblicata nel 1840 vol. 2.° pag. 111 n.° 75 e seg.

6. La bilancia idrostatica è una bilancia esatta, che ha al di sotto delle sue coppe dei gancetti per sospendervi dei corpi e pesarli si nell'aria, che immersi nell'acqua; essa è rappresentata dalla (Fig. 47.ª).

7. La bilancia idrostatica può servire per dimostrare il principio di Archimede enunciato poc'anzi, che un corpo solido immergendos'in un liquido perde tanto di peso, per quanto e il peso del liquido che rimuove; può servire per conoscere il peso di un dato volume di un liquido, e la capacità cubica di un vase; ed è usata anche per determinare il peso specifico dei corpi.

8. Il principio di Archimede si può dimostrare sospendendo al gancetto posto sotto di una delle coppe

della bilancia idrostatica un cilindro di metallo massiccio A (Fig. 47), e poggiando sopra la stessa coppa un cilindro vuoto B, di capacità esattamente uguale al volume del cilindro pieno; stabilito l'equilibrio mediante pesi posti nell'altra coppa, se si fa immergere il cilindro massiccio A in una coppa ripiena di acqua, la bilancia traboccherà dalla parte de' pesi, e verrà ristabilito l'equilibrio, qualora si riempie di acqua il cilindro vuoto B posto sopra la coppa della bilancia; il che dimostra, che la perdita di peso sofferta dal cilindro A immergendosi nell'acqua è uguale al peso di un volume di acqua uguale al suo.

9. Si può benanche conoscere il peso di un dato volume di un liquido qualunque: Per esempio, se vogliamo il peso di un'oncia cubica di acqua distillata; si fa un'oncia cubica esatta di metallo o di marmo, che si sospende al gancetto sotto di una delle coppe della bilancia, e si equilibra con dei pesi nell' altra coppa; dopo ciò si dispone in modo la bilancia che il cubo s' immerga totalmente nell'acqua distillata; minorerà di tanto il suo peso per quanto è il peso dell'acqua scacciata, che in volume è uguale al cubo di un'oncia; perciò i pesi necessarii sulla coppa, sotto di cui sta sospeso il cubo, per ristabilire l'equilibrio, indicheranno il peso di un oncia cubica di acqua distillata a quella temperatura in cui si è eseguito l'esperimento.

10. Conosciuto il peso di un dato volume di un liquido, per esempio di un'oncia cubica di acqua distillata, possiamo colla massima facilità determinare la ca-

pacità cubica di un vase qualunque, con determinare esattamente il peso di acqua distillata che può contenere il vase, e dividerla pel peso di un'oncia cubica di acqua distillata; il quoziente darà la capacità del vase espressa in once cubiche.

11. Per conoscere il peso specifico di un corpo solido per mezzo della bilancia idrostatica, si fa nel modo seguente. Si sospenda il corpo sotto una delle coppe della bilancia per mezzo di un sottile filo di seta, i pesi che necessitano nella coppa opposta per istabilire l'equilibrio, indicheranno il peso del corpo nell'aria; di poi si fa immergere il corpo totalmente nell'acqua distillata posta in una vaschetta, il corpo minorerà di tanto il suo peso per quanto è il peso di un volume di acqua distillata uguale al suo, quale minorazione verrà indicata dai pesi che bisogneranno sulla coppa, sotto della quale sta sospeso il corpo, per ristabilire l'equilibrio; si divida il primo peso, ch'è il peso del corpo nell'aria, per questo peso, ch'è il peso di un volume di acqua distillata uguale al suo, nel quoziente si ha il peso specifico del corpo.

Se il corpo per la sua leggerezza non potesse sommergersi nell'acqua, bisogna unirlo ad altro corpo di peso specifico conosciuto, e tale che il tutto s'immergesse completamente nell'acqua. Dalla perdita di peso che soffrono i due corpi si sottrae la perdita di peso sofferta dal corpo aggiunto isolatamente, il residuo darà la perdita di peso sofferta dal corpo di cui si cerca il peso

specifico; e dividendo per questo il suo peso assoluto, si avrà il peso specifico del corpo.

12. Potendosi facilmente avere il peso di un dato volume di liquido, possiamo con facilità conoscere i pesi di volumi uguali si di un liquido, di cui si voglia conoscere il peso specifico, che dell'acqua distillata; e dividendo il primo peso pel secondo, si avrà il peso specifico del liquido.

LEZIONE 17.ª

DEL MOVIMENTO DEI LIQUIDI.

1. Un liquido scola da un'orificio praticato nella parete di un vase, in cui è contenuto, per effetto del proprio peso; perciò la sua velocità corrisponde esattamente a quella che acquisterebbe un corpo pesante cadendo liberamente dal livello del liquido fino al livello dell'orificio, da cui sbocca.

2. La linea descritta da un liquido, che scola da un apertura qualunque praticata nella parete laterale di un vase, è una linea curva detta parabola, la quale viene un poco alterata dalla resistenza dell'aria.

3. I liquidi scolano nell'istessissimo tempo dalla stess'apertura, qualora essi sono della stessa natura, e le altezze dei loro livelli sono uguali, sia che l'apertura comunica nell'aria, o in un vase ripieno dello stesso liquido; avvertendo che la velocità varia non solo pei diversi liquidi, e per le diverse altezze dei loro livelli,

ma benanche pel diverso grado di calore a cui si trovano esposti, crescendo a proporzione che sono più riscaldati.

4. Vi sono diversi mezzi per conoscere la velocità di un fiume, tra quali indicheremo il più semplice. Si prenda una pallina di cera o di sevo, che si ammassa con tant'arena o limatura metallica da farla immergere quasi totalmente nell'acqua; questa gettata nell'acqua del fiume si moverà colla stessa velocità di esso. Osservando con un'esatto orologio a secondi il tempo che impiega a percorrere un dato spazio, e dividendo questo spazio pel n.° di secondi impiegato a percorrerlo, si avrà nel quoziente lo spazio percorso in ciascun secondo, ovvero la velocità del fiume.

5. Bisogna avvertire però che la velocità di un corso di acqua è varia nelle diverse profondità; essendo ordinariamente maggiore a fior di acqua e nel mezzo del letto, e minore nel fondo e verso i margini per lo strofinio sù queste parti; perciò si prendono ordinariamente i 4/5 della velocità osservata a fior di acqua per la velocità media in tutta l'altezza. Varia pure la velocità nei diversi punti della sua lunghezza in corrispondenza della diversa inclinazione del suo fondo, e secondocchè il canale è dritto, tortuoso, od angolato, o per altre modificazioni a cui potrà andar soggetto.

6. Questi sperimenti devono ripetersi più volte in giorni diversi, ed in tempi tranquilli, acciò non concorra alcuna circostanza accidentale da far variare la velocità dell'acqua; laonde non bisogna seguire la pallina in barchetta, allontanando qualunque altra causa capace

di apportare nell'acqua movimento estraneo al suo movimento naturale; dippiù fa duopo ripetere gli sperimenti nei diversi punti della sua superficie per conoscere se mai vi sieno in qualche punto acque stagnanti, o punti di diversa velocità.

7. La velocità di un corso di acqua fa d'uopo conoscerla dovendosi eseguire costruzioni idrauliche, per darle quella solidità necessaria; come pure per conoscerne la quantità che ne scaturisce in un dato tempo; ed il più delle volte è ricercata per sapere quale forza motrice può esercitare, potendosi queste forze sostituire utilmente a quelle che si hanno da altri mezzi sempre più costosi.

8. Per trar profitto dalle acque in movimento s'impiegano ordinariamente le ruote idrauliche, che possono essere disposte orizzontalmente, e verticalmente; queste ultime sono più usate.

9. Le ruote idrauliche verticali, che si adoprano, sono di tre specie; e sono la ruota a pale detta pure ruota di sotto, ruota a cassetta detta anche ruota di sopra; e la ruota di fianco.

10. La ruota a pale è un cilindro, o tamburo di legno, o di ferro fornito di pale in tutta la sua superficie curva, disposte nella prolungazione dei suoi raggi; in esse l'acqua agisce nel basso, urtando verticalmente sulle pale, come si può osservare nella (Fig. 48.ª). La sua azione è corrispondente alla massa di acqua, ed alla velocità che questa ha.

11. La ruota a cassetta (Fig. 49.ª) consiste in un

tamburo che può muovers' intorno al suo asse ; nella superficie curva del tamburo sono situate una appresso l'altra tante cassette in direzioni parallele all'asse. Questa ruota è disposta in modo che le cassette ricevono l'acqua da uno scolo qualunque; l'acqua, agendo quasi esclusivamente pel proprio peso, dà un movimento di rotazione alla ruota.

12. La ruota di fianco è quella, in cui l'acqua agisce per la sua massa e per la sua velocità; essa è rappresentata dalla (Fig. 50.ª) in cui le pale sono piegate verso l'origine della corrente; in modocchè l'acqua urta sulle pale in tutta la loro estensione, fino ad un punto un poco al di sotto del piano orizzontale menato per l'asse di rotazione.

13. Ciascuna di queste ruote ha i suoi vantaggi, e spetta al meccanico preferire or l'una or l'altra in corrispondenza della massa di acqua che può disporre, della sua velocità, dell'effetto che vuol produrre, e di molte altre particolarità. Quello che sommamente interessa si è, di dare alla macchina la massima semplicità acciò fosse di poco costo, e non soggetta facilmente a guastarsi.

14. Le forze trasmesse da queste ruote si possono paragonare tra loro con fissare agli assi di ciascuna un arganetto a cui s'avvolge una corda che sospende un peso, le forze di dette ruote possono considerarsi proporzionati ai tempi impiegati da ciascuna per sollevare lo stesso peso alla stessa altezza. Le migliori ruote idrauliche non riproducono oltre dei tre quarti della forza

motrice della corrente; ma d'ordinario tali macchine sono così mal costruite che mettono a profitto la metà o il quarto della forza della corrente: dovendosi anche da questo sottrarre le perdite prodotte dagl'ingranaggi e dagli attriti delle altre parti della macchina.

LEZIONE 18.ª

DEI GETTI O ZAMPILLI, E DEI POZZI MODENESI O ARTESIANI.

1. Muove sorpresa a taluni il vedere l'acqua zampillare ad altezze più o meno grandi, il che viene dalla condizione d'equilibrio de' liquidi, e ne possiamo restar convinti dal seguente ragionamento. Se dalla base del recipiente (Fig. 51.ª) ne parte un tubo curvo, od angolato, il liquido che contiene per legge di equilibrio deve metters'in questo tubo alla stessa altezza ch'è nel recipiente; e qualora questo tubo non si estende fino all'altezza del livello del liquido posto nel vase, il liquido dovrà sboccare dall'apertura del tubo, ed innalzarsi nell'aria fino all'altezza del livello del liquido nel vase.

2. Lo zampillo s'innalza ad un'altezza un poco inferiore di quella del livello del liquido nel serbatojo per la resistenza che oppone l'aria atmosferica. Questa differenza si ha dalla legge data da Mariotte nel suo trattato sul movimento delle acqua ch'è la seguente: L'eccesso dell'altezza dell'acqua di un serbatojo sù quella del getto o zampillo è il quadrato del decimo dell'ele-

vazione del getto espressa in metri, e se l'altezza del getto è espressa in piedi francesi bisogna prendere il terzo soltanto di questo quadrato.

3. Acciò la regola venisse in accordo con l'esperienza è necessario dare al getto una leggiera obliquità, acciò il liquido nel cadere non apporti indebolimento alla velocità del getto ascendente.

4. I getti o zampilli si hanno talune volte ne' pozzi forati, detti comunemente *modenesi* o *artesiani*. Questi pozzi si hanno perforando colla trivella (1) il terreno, fino a che s'incontra uno strato di acqua sottoposto a tale pressione, da poter risalire ad una certa altezza in questo tubo artificiale; altezza che talune volte giunge fino al di sopra della superficie del suolo, producendo dei getti o delle fontane.

6. Da gran tempo in Modena esistono dei pozzi di tal sorte, e la loro descrizione rilevasi dall'opera del

(1) La trivella componesi da un certo numero di spranghe di ferro che si uniscono tra loro avvitandosi capo a capo, o altrimenti; essa è terminata nel basso da utensile acciajato per forare le rocce che si devono attraversare; avendo nella sua parte superiore un anello onde sospenderla al di sopra del cavo. Tre sono le parti principali della trivella, e sono la testa, l'asta, e gli utensilii che si adattano all'estremità dell'asta; i quali variano per la forma, e per gli usi, in corrispondenza della durezza, e tenacità del terreno che si deve forare, le di cui particolarità possono leggersi nel trattato su i pozzi artesiani di Garnier ingegniere in capo delle miniere. L'asta nelle trivelle de' fontanieri è composta da un numero indeterminato di spranche ciascuna di 12 a 15 palmi che avvitate per le estremità formano una lunghezza di centinaja di palmi.

celebre Ramazzini medico e fisico modenese. In Francia i primi sperimenti furono fatti nell' antica provincia dell' Artois, e perciò furono detti *pozzi artesiani*. In Inghilterra, e nell'Alemagna non se n'è diffuso l'uso prima della fine dello scorso secolo; attualmente però molti fontanieri trivellatori girano particolarmente in Inghilterra per le diverse Contee, i quali travagliano a prezzi fissati da una tariffa.

7. Dobbiamo alla Società d'incoraggiamento di Parigi, che nel 1818 propose un premio al migliore manuale dell'arte dello scandagliatore o trivellatore, e particolarmente in quanto riguarda l'arte del foratore dei pozzi modenesi. A questo eccitamento debonsi le opere pubblicate sù tale argomento da Garnier (1) e dal Visconte Hericart de Thury (2); dalle quali opere ciascuno può convincersi che i pozzi forati non si possono stabilire ugualmente dovunque, e che la loro riuscita va soggetta a certe condizioni che fa d'uopo esaminare prima d'intraprenderla; quali condizioni dipendono principalmente dalle disposizioni locali e dalla natura del suolo, in cui si vuole forare il pozzo.

8. La cagione per cui le acque risalgono verso il suolo, ed alle volte al di sopra del suolo, fù per molto

(1) Trattato sù i pozzi artesiani, o sulle diverse specie di terreni ove devonsi ricercare le acque sotterranee di Garnier ingegniere delle miniere. Parigi 1826.

(2) Considerazioni geologiche e fisiche sulla cagione dell'innalzamento delle acque nei pozzi forati o fontane artificiali ec. del Visconte Hericart de Thury.

tempo attribuita a differenti circostanze. Adesso si crede che risulta da infiltramento delle acque, che si raccolgono di continuo alla superficie delle terre poste ad una certa altezza. Talmentecchè i terreni forniti di molte fenditure essendo permeabili in tutte le direzioni dan passaggio libero alle acque; ma qualora strati di sabbia, terra sciolta, ciottoli, o pietre sono rinchiusi da strati soprapposti e sottoposti impermeabili, di natura argillosa o di altra natura, l'acqua trovandosi rinchiusa tra queste pareti forma come dei rigagnoli sotterranei; in questo caso se si fora lo strato impermeabile superiore, l'acqua s' innalza per raggiungere l'altezza del livello, da cui ha origine.

9. Nei paesi di pianura, in cui i diversi strati terrei sono per lo più orizzontali, le acque che alimentano le fontane zampillanti devono aver origine da luoghi molto lontani, presso di cui gli strati rialzonsi. L'esperienza ha dimostrato, che il rialzamento degli strati avviene per lo più in vicinanza di terreni granitoidi; e la gran copia di acqua che si condensa in questi terreni, per lo più assai montuosi, è il vero serbatojo delle correnti di acque sotterranee.

10. La (Fig. 52.ª) presa in parte dall' opera di Thury già citata rappresenta una sezione geologica costituita dai diversi strati permeabili ed impermeabili; e fa vedere il modo come le acque possono elevarsi nei tubi ad altezze varie. In modocchè il pozzo A che comunica collo strato di acqua *aa*, prodotto dall'infiltrazione che avviene nel punto M posto quasi alla stessa

altezza del punto A, dà l'acqua alla superficie del suolo; laddove nel pozzo B alimentato dallo strato di acqua *bb*, che ha origine dal punto P più elevato di B, fa zampillare l'acqua in questo punto; ed il pozzo C che giunge fino allo strato *cc* alimentato dall'acqua raccolta nel punto O più basso di C resta sottoposta.

11. Non si può dare indicazione sicura dei terreni più opportuni, onde praticarvi i pozzi modenesi. Si è creduto per qualche tempo che i siti cretosi, ed i terreni terziarii fossero i soli atti a dare pozzi forati, che danno fontane al di sopra del suolo; ma si è conosciuto in seguito che non sono questi i soli terreni, essendosene praticati con buon esito in altri siti nei quali non concorrono le anzidette circostanze; e talune volte circostanze locali ne impedirono la riuscita in taluni siti, ove si credeva sicura.

12. Quello che interessa avvertire si è, che in taluni casi i pozzi forati attraversano strati di acqua che a primo aspetto non danno indizio di salire, forse perchè le acque non si rimuovono dal cammino naturale troppo inclinato; in questo caso l'aspirazione più o meno pronta di una gran tromba idraulica le fa salire, e proseguire senza interruzione dopo levata la tromba.

13. I pozzi modenesi si forano colla trivella come abbiamo detto, e si armano i fori con tubi di legno, di latta, di ferro, o di rame. Quando il pozzo si costruisce in terreno solido, quest'operazione non presenta alcuna difficoltà; ma quando vi sono strati di sabbia fa duopo d'introdurre tubi di ghisa a proporzione che si continua la foratura.

14. Quando la trivella ha incontrato un grande strato di acqua, bisogna determinarla a salire prima di proseguire la foratura, per non approfondire i tubi molto al di sotto del suo livello; nel qual caso le acque in vece di salire anderebbero perdute ; perciò è necessario che queste operazioni sieno dirette da persone esperte ed intelligenti.

15. Il foro della trivella ha ordinariamente 6 pollici e 2 linee di diametro, ed i cilindri che vi s'introducono sono del diametro di 5 pollici e 4 linee, e della lunghezza di 9 piedi, le pareti sono della spessezza di 4 linee; Il primo tubo che s'introduce ha nell'estremità inferiore un zoccolo di ferro ristretto nel basso, e nell'estremo superiore una piccola impostatura per connetterlo con altri tubi, coi quali si attacca per mezzo di viti, come può rilevarsi dalla (Fig. 53.ª). S'intromette il primo cilindro sul foro praticato dalla trivella, vi si connette il secondo, il terzo fino a che si vada ad incontrare lo strato di acqua. Per farli calare vi si applicano sopra dei pesi, e non bastando questo mezzo, vi si conficcano a colpi di ariete, avendo cura di armare la testa del cilindro con una specie di cappello per non guastarla.

LEZIONE 19.ª

DEI FLUIDI AERIFORMI O GASSOSI, CONDIZIONI DEL LORO EQUILIBRIO, E CAGIONI DEL LORO MOVIMENTO; DELLE PROPRIETA' MECCANICHE DELL'ARIA ATMOSFERICA, MACCHINA PNEUMATICA, BAROMETRI.

1. Il carattere de' fluidi aeriformi o gassosi è la perfetta elasticità, e la squisita mobilità delle loro particelle; vale a dire essi si restringono venendo assoggettati ad ogni piccola pressione, minorando di volume in corrispondenza de'pesi che li sovrastano, e si dilatano fino a che trovano spazio libero da occupare. È vero che questo si osserva anche ne' liquidi, ma con molta limitazione.

2. Il Pianeta su cui noi abitiamo, è circondato da per ogni dove da una sostanza gassosa o aeriforme che si estende fino all'altezza di 9 a 10 leghe, quale massa gassosa o aeriforme è detta *atmosfera*.

3. L'acqua e diverse sostanze solide e liquide assoggettate all'azione del fuoco si trasformano nello stato gassoso od aeriforme; questi però raffreddandosi acquistano nuovamente la forma solida o liquida, e perciò sono stati distinti col nome di *gas non permanenti*; l'aria atmosferica ed altre sostanze gassose, che non passano nello stato solido o liquido ancorchè assoggettate ad un freddo considerevole, diconsi *gas permanenti*.

4. Un fluido aeriforme si dice in equilibrio, qualora

ciascuno strato orizzontale soffre la stessa pressione in tutt'i suoi punti, nel qual caso le forze elastiche in ciascuno strato orizzontale si equilibrano; ma siccome l'aria ed i corpi aeriformi sono pesanti, così gli strati aerei che sono a diverse altezze sono assoggettati a diverse pressioni, e gli strati sottoposti soffrendo un peso maggiore degli strati soprapposti perciò sono i primi più densi dei secondi, in modocchè la densità di una massa gassosa in equilibrio và decrescendo da basso in alto.

5. Il movimento in una massa aeriforma può esser prodotto non solo da urto esercitato in un punto qualunque di detta massa, ma benanche da qualunque cagione atta a far acquistare ad una porzione di essa una densità maggiore o minore, dovendosi questa abbassare od innalzare fin dove incontra quello strato di aria di densità uniforme alla sua.

6. Il movimento di rotazione della terra, ed il riscaldamento o raffreddamento di una porzione di aria, la quale cambia di densità, sono le principali cagioni del movimento dell'aria atmosferica, ovvero della produzione de'venti. A siffatti cagioni devonsi i venti costanti detti venti *etesei*, o *elisci* della zona torrida. L'innalzamento dei palloni areostatici ad aria rarefatta ci dimostrano che una massa di aria racchiusa minorando di densità pel riscaldamento si mette in movimento.

7. Il vento dunque altro non è, che l'aria atmosferica in movimento.

8. Il vento è impiegato come forza motrice per mettere in movimento i bastimenti a vele, e per animare

macchine, come mulini, filande ec. Il movimento dell'aria spontaneo o procurato produce la rinnovazione dell'aria in un dato sito, e talune volte vi conduce dell'aria mal sana, ed altre volte si procaccia per scacciare l'aria alterata da combustioni, o da continuate respirazioni. Dal movimento dell'aria si ha il prosciugamento, e la esiccazione di diverse sostanze. E finalmente del movimento dell'aria ci serviamo per attivare le nostre fucine; il che si ottiene o dalla costruzione ben intesa dei fornelli e cammini fumivori, ed ordinariamente per mezzo di soffietti, ventilatoi, corsi di acque, trombe ad aria ec.

9. L'aria atmosferica è inodore, incolore, trasparente, pesante, compressibile, ed elastica. Le tre prime proprietà sono patenti, nè vi è bisogno di dimostrarle.

10. Le altre tre proprietà possono dimostrarsi, come fece per la prima volta il nostro celebre Galilei, il quale pesò esattamente un pallone di cristallo pieno di aria nello stato naturale, nella di cui apertura vi era masticato un rubinetto, al quale adattò una siringa per injettare nel pallone altra quantità di aria; osservò che nel pallone potevasi introdurre altr'aria, e perciò si comprimeva, e che coll'aggiunzione dell'aria si aveva un aumento di peso nel pallone; osservò benanche, che quanto più l'aria comprimevasi vi bisognava uno sforzo maggiore per intrometterne altra quantità, il che dimostrò che la sua elasticità cresce a proporzione che più si comprime. Adesso possiamo dimostrare queste proprietà facilmente colla macchina pneumatica ignota

al tempo di Galilei adoperata per estrarre aria da un recipiente qualunque.

11. La macchina pneumatica estrae l'aria da un recipiente qualunque; essa è rappresentata dalla (Fig. 54.[a]), e consiste in due cilindri di metallo o di cristallo ben calibrati nel loro interno, che diconsi corpi di trombe; entro ciascuno di essi agisce a sfregamento uno stantuffo mosso da un'asta dentata, le di cui dentature ingranano in una ruota, e dall'altalenare di una leva fissata all'asse di questa ruota si ha il movimento di alzata e discesa alternativa dei stantuffi nei due cilindri. Alla base di ciascuno dei cilindri vi è una valvola che si apre da sotto in sopra. Gli stantuffi sono bucati nella direzione del loro asse, ed al di sopra di ciascun buco vi è altra valvola che si apre ugualmente da sotto in sopra. Col movimento alternativo degli stantuffi si estrae l'aria da un recipiente situato sù di un disco o piatto, posto a poca distanza dai cilindri, nel mezzo del quale arriva un tubo che comunica colle basi dei cilindri.

12. La macchina pneumatica non fa che rarefare progressivamente l'aria in un recipiente qualunque; quale rarefazione è maggiore, ed è più sollecita a proporzione dell'esattezza della sua costruzione, e della grandezza dei corpi delle trombe.

13. Mediante la macchina peneumatica si può dimostrare, che l'aria è di assoluta necessità per la vita degli animali, e per far bruggiare i corpi; per convincercene basta situare un uccelletto, o un cerino acceso sotto il re-

cipiente della macchina pneumatica; rarefacendovi l'aria si vede dopo poco tempo che l'uccelletto vi muore, ed il cerino si smorza. Possiamo convincerci chè l'aria atmosferica esercita una pressione su i corpi in tutte le direzioni, mediante gli emisferi di Magdebourg (Fig. 55ª) questi emisferi sono di metallo incavati, i di cui bordi combaciano esattamente; alla parte esteriore di uno di essi è avvitato un rubinetto, che con un estremo comunica nella parte concava di uno degli emisferi, e coll'altro estremo si avvlta al tubo, ch'è nel mezzo del piatto della macchina pneumatica; si ungono con una sostanza grascia i bordi dei due emisferi, acciò combaciando non penetri aria nell'interno di essi. Fintantocchè l'aria interna e della stessa densità dell'esterna, i due emisferi si possono separare colla massima facilità; ma se si rarefà l'aria nel loro interno, restano sì fortemente compressi tra loro, per la pressione dell'aria esterna, che forze significanti non giungono a separarli, qualunque sia la posizione degli emisferi.

14. Possiamo persuaderci per mezzo della macchina pneumatica che sulle montagne elevate, perchè la colonna di aria è meno estesa, esercita minor pressione sulle superficie de' liquidi, perciò essi bollono a temperatura più bassa che a livello del mare; con disporre un bicchiere con un liquido appena riscaldato, sotto la campana della macchina pneumatica, rarefacendovi l'aria fino ad un certo punto il liquido si vede bollire, e nell'istante che vi si fa rientrare l'aria cessa l'ebollizione.

15. Come pure possiamo dimostrare quel tanto che

abbiamo detto (Lez. 19. n.° 1.), che le sostanze gassose si dilatano fino a che trovano spazio libero da occupare, chiudendo una piccola porzione di aria in una vescica di castrato, in modo che resta sfloscita, perchè l'aria esterna preme sulle pareti della vescica; mettendola sotto la campana della macchina pneumatica, a proporzione che si rarefà l'aria, la vescica si gonfia, e giunge talune volte a creparsi. Per la stessa ragione se sotto la campana della macchina pneumatica si mette una boccettina ripiena per metà di acqua, che è chiusa da un sughero, pel quale passa un tubicino che va a pescare fino al fondo della boccetta, estratta l'aria dalla campana, si vede zampillare l'acqua dal tubo per l'espansione dell'aria interna.

16. Se l'aria si può rarefare in un recipiente qualunque per mezzo della macchina pneumatica, si può parimenti comprimere in un recipiente qualunque ben compatto mediante la siringa di compressione; la quale consiste in una siringa ordinaria, che si avvita all'apertura del recipiente in cui si vuole comprimere l'aria; una valvola, che si apre da alto in basso, impedisce l'uscita all'aria, che la siringa ha injettata nel recipiente. L'aria compressavi acquista una forza elastica in corrispondenza del suo grado di compressione; talmentecchè se il recipiente è conformato come una culatta da schioppo, aprendo per poco la valvola, che ne chiude l'apertura, ne sorte una porzione di aria con tanta forza da spingere con impeto i corpi, che si oppongono alla sua

libera uscita; come si può osservare nel fucile pneumatico.

17. Se poi la siringa si fa comunicare nell'interno di un vase di metallo ripieno per circa i due terzi di acqua, l'aria compressavi preme sulla superficie dell'acqua, e la fa zampillare per un tubo, che attraversa la parete del vase, e s'immerge nell'acqua fino alla prossimità del suo fondo; il che si può verificare nella fontana di compressione.

18. La forza elastica dei gas, e dell'aria compressa non solo si è posta a profitto nel fucile pneumatico, e nella fontana di compressione, ma di recente si è adoperata per muovere vetture, ed animar macchine. L'azione del vapore dà movimento a tutto, e risparmia milioni e milioni di braccia; di questo però ne discorreremo con più aggiustatezza dôpo di aver parlato del calorico.

LEZIONE 20.ª

BAROMETRI, TROMBE, SIFONI, PRESSA IDRAULICA.

1. Il peso dell'aria atmosferica, ch'è determinato dalla sua pressione, può essere misurato per mezzo di un apparecchio chiamato barometro, la di cui invenzione è dovuta a Torricelli discepolo di Galilei.

2. Il barometro consiste in un tubo di vetro ben calibrato nel suo interno della lunghezza di circa tre palmi, chiuso ad un'estremo, ed aperto all'altro; si riempie totalmente di mercurio ben purificato, e se ne

tiene chiusa l'apertura col dito, fino a che questa s'immerga nel mercurio, posto in una vaschetta di legno o di cristallo. Il mercurio discende di tanto nel tubo fino a che equilibra il peso dell' aria atmosferica, che agisce sul mercurio della vaschetta. Il tutto si accomoda in una forma elegante, ed in modo da potersi trasportare facilmente.

3. Può conformarsi il barometro a guisa di un sifone, che dicesi barometro a sifone; questo ha un braccio lungo circa tre palmi, ch'è chiuso all'estremità, e l' altro più corto che è aperto; si riempie di mercurio il braccio chiuso fino alla piegatura, e di poi si situa colla piegatura in basso; il mercurio nel tubo chiuso sarà equilibrato dalla colonna di aria che gravita sul mercurio nel tubo aperto. vedi (Fig. 56ª).

4. Lo spazio senza mercurio, nella sommità del tubo, è uno spazio perfettamente vuoto, qualora però si è avuto cura di purgare si il tubo che il mercurio di aria e di umidità, potendo tutto al più contenere dei vapori mercuriali; questo vuoto è detto vuoto barometrico.

5. L'altezza della colonna di mercurio nel tubo barometrico si misura per mezzo di una scala divisa o in parti di metro o in pollici; lo zero di questa scala deve stabilirsi al livello del mercurio nella vaschetta, o nel braccio aperto del barometro a sifone.

6. Al livello del mare, ed allorchè il tempo è tranquillo, il mercurio nel tubo barometrico si mantiene all'altezza di circa 76 centimetri o 28 pollici Parigini. Il che ci fa conoscere che il peso di una colonna di aria

atmosferica, dell'altezza dell'atmosfera, è uguale al peso di una colonna di mercurio dello stesso diametro e dell'altezza di 28 pollici; e perciò tutt'i corpi posti sulla superficie della terra soffrono una pressione in tutt'i loro punti, come se fossero in un inviluppo di mercurio della spessezza di 28 pollici.

7. L'altezza della colonna barometrica può variare non solo per la diversa altezza del barometro dal livello del mare, ma benanche per diversi corpi che possono trovarsi disciolti o sospesi nell'aria. Bisogna avvertire, che siccome il caldo ed il freddo apportano, il caldo una dilatazione nel mercurio, ed il freddo un restringimento, i quali possono allungare o accorciare la colonna barometrica indipendentemente dalla pressione atmosferica; perciò bisogna tener conto del grado di calore nelle osservazioni barometriche, ed apportare in corrispondenza di questo delle opportune correzioni all'altezza osservata.

8. Il barometro, marcandoci la diversa pressione atmosferica, è stato usato con profitto per determinare con molta precisione le altezze delle montagne, e dei punti elevati dal livello del mare. Dippiù le osservazioni barometriche giornaliere, fatte in un medesimo luogo, c'istruiscono dello stato meteorico di quel luogo.

9. Le predizioni somministrate dalle osservazioni barometriche si verificano il più delle volte; di fatti qualora la colonna barometrica si abbassa è imminente la pioggia, ed allorchè si eleva è indizio di buon tempo; verificandosi nel maggior numero dei casi le indi-

cazioni espresse sulla scala barometrica di *bel tempo*, *pioggia*, *variabile* ec.

10. Dall'azione del peso dell'aria ripetono i loro effetti le trombe idrauliche, i sifoni, e diversi apparecchi che debbono i loro effetti alla pressione od alla compressione dell'aria atmosferica, o di altra sostanza aeriforme; del che ci occuperemo in questo luogo, come pure descriveremo il torchio idraulico, essendo esso animato dall'azione di una tromba, non ostante che il suo effetto dipenda da teoriche d'idrostatica.

11. Le trombe idrauliche sono macchine comunemente impiegate, per innalzare l'acqua ad una certa altezza, per effetto della pressione atmosferica.

12. Si distinguono tre specie di trombe, che sono la tromba aspirante, la tromba premente, e la tromba aspirante premente, detta ancora tromba composta.

13. La tromba aspirante è rappresentata dalla (Fig. 57a). AB è un cilindro ben solido di legno o di metallo di un calibro uguale nel suo interno, detto corpo di tromba, nel quale si muove a sfregamento uno stantuffo D bucato nella direzione del suo asse, quale buco è chiuso al di sopra da una valvola. Alla base del corpo di tromba è innestato un tubo più stretto, chiamato tubo di aspirazione, il di cui estremo si fa immergere nell'acqua per attignere; la lunghezza di questo tubo non dev'essere maggiore di 32 piedi. Alla base del corpo di tromba, ed al di sopra del tubo di aspirazione, è situata altra valvola, che si apre da sotto in sopra.

14. Qualora si fa discendere lo stantuffo, la sua val-

vola si apre per far uscire l'aria, che vien compressa tra lo stantuffo e la base del corpo di tromba; nell'alzare lo stantuffo si produce un vuoto al di sotto di esso, e l'aria rinchiusa nel tubo di aspirazione apre la valvola, ed occupa questo vuoto, e collo scenderere e salire dello stantuffo si caccia via l'aria interna, in modo che non preme sulla superficie dell'acqua racchiusa dalle pareti del tubo di aspirazione; e la pressione dell'aria esteriore costringe l'acqua a montare per questo tubo nel corpo di tromba, sormontare lo stantuffo, aprendo la valvola che lo sovrasta, ed uscirne per un tubo adattato nella sommità del corpo di tromba.

15. La tromba premente è rappresentata dalla (Fig. 58ª). Consiste in un corpo di tromba, nel quale sale e scende a sfregamento uno stantuffo pieno e non bucato, nel basso del corpo di tromba è adattata una valvola che si apre da sotto in sopra. Un tubo curvo è innestato alla parte esteriore della base del corpo di tromba, ed al di sopra della valvola, pel quale ascende l'acqua che vi s'immette, perciò è detto tubo di ascensione; questo ha nel principio della sua curvatura una valvola, che si apre dall'interno all'esterno. La base del corpo di tromba s'immerge di tanto nell'acqua, in modo che il suo livello giunga al di sopra della connessione del tubo di ascensione col corpo di tromba.

16. Abbassandosi lo stantuffo la valvola posta alla base del corpo di tromba si chiude, e la valvola posta al principio del tubo di ascensione si apre; succede l'opposto, allorchè lo stantuffo s'innalza; in modocchè in

ogni abbassamento dello stantuffo s'immette acqua nel tubo ascendente, fino a che giunge ad un'altezza corrispondente a quella del tubo di ascensione, nella cui sommità vi è un canale dal quale sgorga.

17. La tromba composta è stata così chiamata, perchè riunisce gli effetti delle due precedenti, e perciò vien chiamata anche tromba aspirante-premente. Essa è rappresentata dalla (Fig. 59ª) e non differisce dalla tromba premente in altro che alla base del corpo di tromba vi è innestato un tubo di aspirazione, che col altro estremo s'immerge nel serbatojo di acqua. Mediante questa tromba si può innalzare l'acqua ad altezze significanti; ma bisogna avvertire che la forza motrice deve essere di tanto, da poter sollevare tutta la colonna di acqua nel tubo di ascensione.

18. Il sifone è un'apparecchio semplicissimo adoperato per travasare i liquidi da un vase in un'altro. Questo apparecchio non consiste in altro che in un tubo curvo od angolato, di vetro o di metallo (Fig. 60ª), le di cui braccia sono per lo più ineguali, il più corto si fa immergere colla sua estremità nel liquido che si vuole travasare, ed aspiratone l'aria interna, che il più delle volte si fà colla bocca posta all' altra estremità, ne avviene che l'aria interna non facendo più equilibrio coll'aria esterna, la pressione di questa sulla superficie del liquido l'obbliga a salire nel sifone, riempirlo, e sboccare dall'altra estremità; il liquido scola per questa estremità fino a che l'estremità opposta resta immersa nel liquido.

19. La pressa idraulica è un'apparecchio per assoggettare i corpi a forti pressioni, impiegando una forza limitata. Essa fu inventata dal signor Brama di Londra nel 1796, dietro i principii d'idrostatica stabiliti dal celebre Pascal, e perciò fù detta pressa idraulica.

20. Abbiamo detto nell'idrostatica che un liquido si mette nelle braccia di un tubo curvo allo stesso livello non ostante che queste fossero di diametri disugualissimi; il che ci fa conoscere che pressioni esercitate da masse liquide ineguali, come sono quelle racchiuse nelle due braccia del tubo curvo, si equilibrano; e quest'equilibrio non si disturba, quantunque sulle superficie del liquido nelle due braccia del tubo facessero azione due stantuffi, ai quali si applicassero forze proporzionali alle estensioni delle loro basi; talmentecchè, se le estensioni delle basi degli stantuffi fossero nel rapporto di 1:64, una forza dell'intensità come uno applicato sullo stantuffo di piccolo diametro è al caso di equilibrare una forza dell'intensità come 64 che facesse azione sullo stantuffo di maggior diametro. Sù questo principio è stabilita la costruzione della pressa idraulica, e con questo se ne valutano gli effetti.

21. Nel torchio idraulico questo tubo è di metallo ben solido, (Fig. 61.ª). La pressione vien' esercitata sul liquido nel braccio stretto mediante l'azione di una tromba premente, che attigne l'acqua da un serbatojo sottoposto. Sulla superficie del liquido, nel braccio di diametro maggiore, vi è uno stantuffo di metallo, sopra di cui poggia un piano ben solido ordinariamente di fer-

ro fuso, sul quale si situano gli oggetti che si vogliono assoggettare alla pressione, i quali vengono spinti contro un altro piano mantenuto fermo mediante forte telajo, costruito per lo più in ferro fuso.

22. La pressione sullo stantuffo della tromba viene operata dall'azione di una leva ; perciò questa accresce l'effetto della forza sullo stantuffo di piccol diametro nel rapporto che vi è tra il braccio della potenza ed il braccio della resistenza. Talmentecchè se il braccio della potenza è triplo del braccio della resistenza, l'effetto della forza sul piccolo stantuffo verrà triplicata, e conseguentemente sul grande stantuffo corrisponderà a tre volte 64 la forza impiegata.

LEZIONE 21.ª

DELLA LUCE, DELL'OTTICA, E DIOTTRICA.

1. Oltre i corpi solidi, liquidi, ed aeriformi, vi sono taluni corpi che mancano di certe proprietà spettanti agli altri, come sono il peso ed altre proprietà materiali, e non si manifestano che pei loro effetti. Questi sono il fluido mediante il quale noi vediamo gli oggetti, il quale chiamasi luce; il fluido che ci apporta il caldo ed il freddo, chiamato calorico; il fluido a cui è dovuta la produzione del tuono e di altre meteori, a cui si è dato il nome di fluido elettrico; ed il fluido a cui si attribuiscono gli effetti magnetici nelle calamite, e nei corpi soggetti al magnetismo, detto fluido magnetico.

2. La luce è quel mezzo mediante il quale distinguiamo gli oggetti senza l'ajuto del tatto; potendosi gli oggetti manifestare a noi sì per mezzo del tatto, che per mezzo della vista.

3. Newton credè essere la luce una sostanza che si distacca continuamente dal sole e dai corpi luminosi, e perciò il suo sistema fu detto di emissione o di emanazione. Cartesio, Eulero, ed altri filosofi ammisero che i fenomeni luminosi avessero origine da un fluido tenuissimo diffuso in tutto lo spazio, che si mette in movimento ondolatorio per la presenza del corpo luminoso, e perciò questo sistema è stato chiamato di ondolazione.

4. Tra i corpi alcuni sono detti luminosi, e sono quelli che danno luce propria, come il sole, le stelle fisse, e la luce artificiale di un corpo che brucia; altri sono detti illuminati, perchè trasmettono la luce che ricevono dai primi, come la luna, o la superficie di un muro, o altro corpo colpito dai raggi del sole. Taluni sono attraversati dalla luce, come le sostanze aeriformi, molti liquidi, e diversi solidi, e questi sono chiamati trasparenti; all'opposto quelli che non sono attraversati dalla luce sono detti corpi opachi, come il legno, il ferro, la carta ec. Ne corpi opachi si osserva dalla parte opposta al corpo luminoso uno spazio che non è percosso dalla luce diretta, ch'è detto ombra del corpo; ed uno spazio frapposto tra l'ombra e lo spazio illuminato, che non è nè perfetta ombra nè perfettamente illuminato, che dicesi penombra.

5. Qualora i raggi luminosi attraversano corpi uni-

formi e della stessa densità, seguono costantemente una direzione rettilinea; se poi attraversano corpi di diversa densità, come quando dall'aria passano in un altro gas più o meno denso, o dall'aria passano nell'acqua o nel cristallo, e viceversa, subiscono una deviazione la quale chiamasi refrazione; qualora poi raggi di luce s'imbattono sù di una superficie levigata e pulita di un corpo opaco, vengono rimbalzati in una data direzione, e questo fenomeno chiamasi riflessione.

9. Il trattato della luce si divide in ottica, diottrica, e catottrica. L'ottica si occupa de' fenomeni prodotti dalla luce diretta (1), la diottrica di quei prodotti dalla luce refratta; e la catottrica quelli che dipendono dalla luce reflessa.

La legge che regola i fenomeni dell'ottica si è, che attraversando la luce corpi omogenei e della stessa densità percorre costantemente il sentiero rettilineo. Di questo possiamo convincercene facilmente; dapoicchè frapponendo un corpo opaco nella direzione rettilinea tra l'occhio ed un oggetto qualunque, questo non si può vedere.

7. Prima si credeva che la trasmissione della luce fosse istantanea, vale a dire che la sua velocità fosse incommensurabile; ma in seguito si è dimostrato che la luce per giungere dal sole a noi impiega 8 minuti primi e 13 secondi.

(1) Ordinariamente si dà il nome di ottica a tutto il trattato della luce; ma strettamente parlando questo nome comprende soltanto quella parte del trattato della luce che si occupa de' fenomeni prodotti dalla luce diretta.

8. L'intensità della luce decresce nel rapporto dei quadrati delle distanze, e può minorare non solo per la distanza, ma ben anche in corrispondenza che i raggi colpiscono più obliquamente gli oggetti, ed a seconda della natura e della spessezza dei mezzi che la luce attraversa.

9. Quella parte dell'ottica che si occupa della valutazione dell'intensità della luce dicesi *fotometria*, e gli apparecchi destinati per valutarla sono chiamati *fotometri* o *lucimetri*.

10. La legge della refrazione da cui dipendono i fenomeni diottrici è la seguente. Allorchè un raggio di luce, attraversando corpi di diverse densità, incontra in direzione obliqua la superficie del secondo corpo, se a questa superficie si mena una perpendicolare nel punto ov'è colpita dal raggio di luce, questo, nell'immettersi nel secondo corpo, devierà per avvicinarsi alla direzione della perpendicolare qualora passa da un corpo meno denso in un corpo più denso, come per esempio dall'aria nel cristallo o nell'acqua, e si scosterà dalla direzione della perpendicolare, se passa da un corpo più denso in un corpo meno denso, come dal cristallo o dall'acqua nell'aria; dippiù il raggio incidente, il raggio refratto, e la perpendicolare restano sempre nello stesso piano. Vedete (Fig. 62ª).

11. La deviazione del raggio refratto non solo si accresce quando è maggiore la differenza tra le densità dei diversi corpi che attraversa; ma a questo accrescimento v'influiscono benanche talune proprietà de' cor-

pi. Di fatti i corpi combustibilissimi sono dotati di maggior forza refrattiva.

12. L'intensità della refrazione è la stessa, qualora la luce attraversa gli stessi corpi, sia che dal corpo meno denso passa nel più denso, o che dal più denso passa nel meno denso.

13. L'intensità di luce nel raggio refratto viene minorata, sì perchè una porzione di luce viene rimbalzata dalla superficie del secondo corpo, ed altra porzione l'attraversa; essendo la parte rimbalzata maggiore a proporzione che il raggio incidente incontra in direzione più obliqua la superficie del secondo corpo. Dippiù la luce nell'attraversare il secondo corpo subisce un alterazione nella sua natura; talmentecchè nella luce trasmessa dal secondo corpo, raccolta su di una superficie bianca, si osservano tanti punti di diversi colori.

14. Tutt'i fenomeni diottrici sono regolati dalla legge precedente; ma per effetto di questa legge essi diversificano a secondo della diversa conformazione delle superficie dei corpi che la luce attraversa. Di fatti i corpi guardati attraverso di una lastra di cristallo, o di uno strato di acqua fornito di superficie piane e parallele tra loro si osservano tal quali, soltanto deviati dalla loro posizione reale; i corpi poi guardati a traverso di un pezzo di cristallo fornito di superficie sferica, che vien detta *lente* si osservano alterati nella loro grandezza.

15. Le lenti sono dei pezzi di cristallo che nella forma corrispondono a delle porzioni di sfere a superficie concave o convesse. Quelle, le di cui superficie sono

tutte due convesse, rassomiglianti alla forma della lente civaja, sono dette *convesse-convesse*, e *piane-convesse* quelle che hanno una superficie piana e l'altra convessa; si dicono poi *concave-concave*, qualora le due superficie sono concave, e *piane-concave* se una superficie è piana e l'altra è concava; oltre di queste ve ne sono delle *concave-convesse* dette *menisci*, ma queste non sono più in uso.

16. Se una lente convessa posta sù di una superficie bianca si espone ai raggi del sole, e si va scostando a poco a poco da questa superficie, tenendola in modo che i raggi luminosi cadono sulla superficie della lente in direzione perpendicolare, si osserva sulla superficie bianca, che lo spazio luminoso prodotto dal passaggio della luce attraverso la lente, si va progressivamente minorando, finchè giunge ad uno spazio limitatissimo, e che scostandosi di più incomincia di nuovo ad ingrandirsi. Questo spazio allorchè è ridotto nella sua massima picciolezza si chiama *fuoco principale delle lente*, e la distanza da questo alla superficie più prossima della lente si chiama *distanza focale*. Queste lenti, perchè convergono o riuniscono i raggi luminosi, sono dette ancora lente di convergenza.

17. Gli oggetti guardati a traverso di queste lenti si osservano ingranditi, ed il loro ingrandimento è nel rapporto inverso delle distanze focali; e sotto questo rapporto sono adoperate nei diversi apparecchi ottici.

18. Le lenti convesse o di convergenza sono impiegate con profitto per riparare uno dei difetti della vista,

qual'è la presbiopia (1), difetto che avviene per lo più nell'età avvanzata, e consiste nello schiacciamento del bulbo dell'occhio, perciò i raggi luminosi che vi penetrano non si riuniscono nel sito opportuno, onde operare la visione regolare, ma in un punto più distante. L'uso di queste lenti rendendo i raggi più convergenti fan sì ch'essi si riuniscono nel sito conveniente.

19 Le lenti convesse sono benanche impiegate per apportare dell'eccessivo calore in un punto posto nel fuoco della lente, ed addette a quest'uso si distinguono col nome di *vetri ardenti*; i loro effetti sono marcabilissimi particolarmente, quando hanno un'estesa superficie, una corta distanza focale non maggiore del loro diametro, ed il fuoco, chiamato con termine più proprio *spazio caustico*, molto ristretto.

20. Assoggettando una lente concava all'azione perpendicolare dei raggi del sole, ed i raggi trasmessi essendo raccolti sù di una superficie bianca, si osserva ch'essi

(1) La visione avviene per la propagazione dei raggi di luce, che partono dai corpi luminosi o illuminati, e s'imbattono nel bulbo dell'occhio. L'occhio è costruito in modo, che i raggi emanati dagli oggetti esterni entrano per la pupilla, si rifrangono attraversando il cristallino, e gli umori interni dell'occhio, come farebbero nell'attraversare le lenti; questi raggi riportano l'immagine degli oggetti esterni, dai quali partono, sopra di una membrana nervosa sensibilissima chiamata *retina* che tapezza il fondo dell'occhio, prodotta dalla dilatazione di due nervi che partono dal cervello, per mezzo de'quali ci viene la sensazione della vista. Per esser veduti con distinzione gli oggetti è necessario che i loro raggi si riuniscono sulla retina.

divergono, e come se venissero da un punto posto al di là della concavità opposta ; questo punto chiamasi *fuoco negativo* della lente, e la distanza da questo punto alla superficie più prossima della lente *distanza focale negativa.* Queste lenti sono dette *lenti di divergenza*, perchè divergono i raggi luminosi.

21. Le lenti concave divergendo i raggi luminosi che l'attraversano; gli oggetti guardati a traverso di esse si osservano più impiccioliti e ravvicinati ; e la distanza massima, in cui si possono osservare le immagini degli oggetti è la distanza focale.

22. Isolatamente le lenti concave si usano per riparare un difetto della vista detta miopia, difetto che s'incontra per lo più ne' giovani , il quale consiste nella soverchia convessità del bulbo dell'occhio ; perciò i raggi luminosi imbattendovisi si convergono fortemente, e la loro riunione succede in un punto più in fuori di quello ch'è necessario per operare la visione perfetta ; queste lenti operando una divergenza ne' raggi prima d'immettersi nell'occhio , fan succedere la visione regolare.

23. Nell'uso delle lenti per correggere i difetti della visione, bisogna badare al grado di convessità o di concavità, dovendo queste corrispondere al bisogno; dapoicchè oltrepassando il bisogno, la vista viene defaticata e rendesi pigra e debole dopo breve tempo.

LEZIONE 22.ª

DELLA CATOTTRICA.

1. La legge fondamentale che regola i fenomeni catottrici è la seguente. Se un raggio di luce cade obliquamente sulla superficie di uno specchio, e dal punto d'incidenza si suppone innalzata una perpendicolare sù questa superficie; il raggio verrà rimbalzato formando un'angolo colla perpendicolare esattamente uguale a quello formato dal raggio incidente colla stessa perpendicolare; e dippiù il raggio incidente, la perpendicolare, ed il raggio rimbalzato restano nello stesso piano. Vedete (Fig. 63.ª). Mediante questa legge si dà ragione di tutt'i fenomeni catottrici.

2. L'angolo formato dal raggio incidente colla perpendicolare si chiama *angolo d' incidenza* ; e quello formato dal raggio reflesso o rimbalzato colla stessa perpendicolare *angolo di reflessione*.

3. Gli specchi sono delle superficie levigate e pulite di corpi opachi atti a rimbalzare i raggi luminosi. Sono essi ordinariamente formati da metalli combinati tra loro; ovvero da un'amalgama (combinazione del mercurio con uno o più metalli), la quale si attacca sul cristallo; questi avendo una superficie ben levigata e pulita danno le immagini degli oggetti con precisione. Per gli sperimenti ottici sono preferibili i specchi di metallo a quei di cristallo.

4. Gli specchi possono variare moltissimo per la forma delle loro superficie; ma noi non ci occuperemo che di quelli a superficie piana, ed a superficie sferica.

5. Un'oggetto qualunque posto innanzi ad uno specchio piano, si osserva la sua immagine tal quale, soltanto meno illuminata, e posta dietro lo specchio, in distanza tale dalla sua superficie posteriore, per quanto è distante l'oggetto reale dalla sua superficie anteriore.

6. Gli specchi sferici sono delle porzioni di sfere a superficie concave o convesse; perciò essi sono detti *convessi o di divergenza*, e *concavi* o *di convergenza*; denominazioni prese sì dalla conformazione, che da fenomeni che presentano.

7. Di uno specchio sferico si chiama centro ottico il punto situato perfettamente nel mezzo dello specchio; centro geometrico il centro della sferica di cui lo specchio è parte; ed asse dello specchio la retta che si suppone menata pel centro ottico e pel centro geometrico.

8. Se uno specchio concavo si assoggetta all'azione dei raggi solari in modo che vi s'imbattono in direzioni parallele all'asse dello specchio, i raggi da esso reflessi verranno riuniti in uno spazio limitatissimo, che si distingue non solo da una luce abbagliante, ma ancora da un calore vivissimo, quale spazio chiamasi *fuoco principale*, o *fuoco de'raggi paralleli*; esso è situato quasi perfettamente nel mezzo tra il centro ottico ed il centro geometrico.

9. Quando il corpo luminoso, restando nella direzione dell'asse, si avvicina allo specchio, il fuoco se ne di-

scosta, avvicinandosi al centro geometrico; e qualora il corpo luminoso fosse situato nel centro geometrico, il fuoco si confonderebbe con questo, confondendos' i raggi incidenti con i riflessi, cadendo i primi perpendicolarmente ai piani tangenti menati nei punti d'incidenza. Avvicinandosi dippiù il corpo luminoso allo specchio, vale a dire situandosi tra il centro geometrico ed il fuoco principale, il fuoco si ha in un punto più distante dallo specchio del centro geometrico; e se mai si situa il corpo luminoso nel fuoco principale dello specchio i raggi si rifletteranno in direzioni parallele, trasmettendo la luce a distanza grandissima, e perciò i specchi, così situati per rapporto al corpo luminoso, sono detti *specchi collettori*; finalmente se il corpo luminoso si mette tra il fuoco principale e lo specchio i raggi si rifletteranno divergenti. Tutto questo si spiega facilmente ammassa la conformazione degli specchi e la legge di catottrica.

10. Il fuoco è sempre posto sull'asse dello specchio, quando però il corpo luminoso è situato nella direzione di detto asse; ma se il corpo luminoso trovasi situato da un lato di questa linea, il fuoco prodotto dai suoi raggi reflessi si stabilirà dal lato opposto, in un punto che può essere determinato mediante le leggi di catottrica.

11. Dal fin quì detto si può comprendere facilmente, che un'oggetto qualunque posto innanzi ad uno specchio concavo, al di là del centro geometrico, si ha la sua immagine impicciolita, capovolta, e posta avanti lo

specchio, e positivamente tra il fuoco principale ed il centro geometrico; avvicinandosi l'oggetto dippiù allo specchio la sua immagine se ne discosta, talmentecchè posto nel centro geometrico si confonderà colla sua immagine; qualora poi l'oggetto si situa tra il centro geometrico ed il fuoco principale, la sua immagine si osserva ingrandita, posta al di là del centro geometrico, e benanche capovolta; e se l'oggetto è posto di lato fuori della direzione dell'asse dello specchio, si osserverà la sua immagine dall'altro lato; finalmente se l'oggetto si mette tra il fuoco principale e lo specchio si vedrà la sua immagine dritta posta dietro lo specchio, prima molto grande, e poi impicciolendosi a proporzione che più si avvicina allo specchio. Queste dottrine possono dare spiegazione della maggior parte delle illusioni ottiche che si osservano.

12. Per vedere gli anzidetti fenomeni con precisione è necessario, che lo specchio sia di piccola estensione in rapporto alla sfera di cui fa parte; e dippiù che il punto luminoso o l'oggetto, di cui vuolsi avere l'immagine, sia situato in modo, che la linea tirata da esso al centro di figura dello specchio faccia un picciolissimo angolo col raggio che va da questo punto al centro geometrico. Qualora tali condizioni non si avverano, si hanno immagini confuse.

13. Oltre de'fenomeni luminosi, gli specchi concavi sono impiegati per apportare eccessivo calore ad un dato punto, su cui si fa cadere il fuoco dello specchio. Gli specchi addetti a quest'uso prendono il nome di *specchi ustorii*.

14. L'intensità di calore, che si ha per mezzo di uno specchio concavo esposto ai raggi solari, sta al calore prodotto dai raggi diretti del sole, come l'estensione dello specchio, sta all'estensione del suo fuoco. Uno specchio di 47 pollici di diametro, chè dà una immagine solare nel suo fuoco del diametro di 0.358 di pollice, produce nel suo fuoco un calore circa 17235 volte maggiore quello prodotto dai raggi diretti del sole, sottrattone piccola porzione di calorico assorbita dallo specchio.

15. Gli specchi concavi di grandi dimensioni sono formati ordinariamente da una quantità di piccoli specchi piani, disposti in modo da formare tutt'insieme uno specchio concavo; come fecero il Padre Kircher, ed il Conte Buffon. Gli sperimenti eseguiti con questi specchi fanno credere non improbabile, ciò che ci viene trasmesso dalla storia del celebre Archimede, matematico Siracusano, di aver incendiato da lontano la flotta che teneva in assedio Siracusa.

16. Imbattendosi dei raggi di luce sù di uno specchio convesso, questo fa divergere i raggi che erano paralleli prima della loro incidenza; aumenta la divergenza di quelli ch'erano divergenti; e di quelli ch'erano convergenti prima della loro incidenza, può secondo il grado di convergenza, ed il grado di convessità dello specchio, renderli divergenti, paralleli, o minorare la convergenza.

17. Posto ciò, gli specchi convessi non apportano riunione dei raggi in alcun punto, e perciò non hanno

fuoco reale, ma un fuoco immaginario; il quale si considera nel punto d'intersecazione dei raggi reflessi prolungati dietro lo specchio.

18. L'immagine di un oggetto qualunque prodotta da uno specchio convesso è sempre posta dietro lo specchio. Allorchè l'oggetto è posto a distanza infinita dallo specchio vedesi la sua immagine impicciolita posta nel fuoco negativo dello specchio; ed a proporzione che l'oggetto si avvicina allo specchio l'immagine vi si avvicina e s'ingrandisce; in modocchè diventa della stessa grandezza dell'oggetto reale, qualora questo tocca la superficie dello specchio.

LEZIONE 23.ª

SEPARAZIONE DELLA LUCE IN SETTE RAGGI COLORITI, ARCO BALENO, COLORAZIONE DEI CORPI, AZIONE CHIMICA DELLA LUCE.

1. La luce è formata dalla riunione di raggi di diversi colori, dei quali sette sono i principali, che sono il rosso, l'arancio, il giallo, il verde, il blù, l'indaco, ed il violetto.

2. Si può osservare la seperazione di questi diversi raggi coloriti, facendo immettere in una stanza resa oscura un raggio di luce, per un piccolo buco praticato in una delle sue chiusure, e facendolo imbattere sù di uno dei piani di un prisma triangolare di cristallo; la luce trasmessa attraverso di questo raccolta sù di una

superficie bianca vi si osservano gli anzidetti colori disposti nell'ordine indicato; essendo ciascuno di essi dotato di diversa forza refrattiva.

3. La separazione dei raggi coloriti della luce si ha in diversi fenomeni, tra quali lo più specioso è l'*arco baleno*, che vien prodotto dalla scomposizione della luce operata dalle gocce di acqua.

4. Le condizioni necessarie, per osservarsi questo fenomeno, sono: 1.° di trovarsi il Sole poco elevato sull'orizzonte, o poco dopo il suo sorgere, o poco prima del suo tramontare: 2.° che nella parte opposta vi sia una nuvola che si scioglie in pioggia: 3.° che l'osservatore sia rivolto verso la nuvola e colle spalle al sole.

5. D'ordinario osservansi due archi concentrici, nell'arco interno i colori, incominciando dall'alto, sono disposti così; rosso, arancio, giallo, verde, blù, indaco, e violetto; nell'arco esterno sono disposti inversamente. A proporzione che l'osservatore è più elevato sull'orizzonte, gli archi si vedono più estesi.

6. I colori che osserviamo nei corpi sono prodotti dalla scomposizione della luce che vi s' imbatte. Se i corpi hanno proprietà di riflettere o trasmettere completamente i raggi che vi s'imbattono, si ha in essi il color bianco, che risulta dalla riunione di tutt' i colori della luce; se i corpi hanno proprietà di assorbire tutta la luce che vi s'imbatte, si ha il nero, che vien prodotto dalla mancanza della luce. I svariati colori risultano poi da proprietà varie nei diversi corpi di riflettere o trasmettere taluni raggi coloriti della luce, assor-

bendone gli altri. Di fatti se assoggettiamo un corpo perfettamente bianco all'azione dei soli raggi che hanno attraversato un cristallo verde o blù, ovvero all'azione dei raggi reflessi da una superficie verde o blù, il corpo bianco lo vediamo di color verde o blù; perchè questi raggi vengono trasmessi o reflessi dal corpo di color verde o blù, i quali s'imbattono sulla superficie bianca, e da questa vengono reflessi immettendosi ne'nostri occhi. Così pure guardando attraverso di un cristallo colorito i corpi, li osserviamo del colorito del cristallo, o che a quello molto si approssimano.

7. Sarebbe troppo lungo esporre la descrizione e gli effetti prodotti dai diversi strumenti ottici, diremo soltanto che essi possono classificarsi in strumenti diottrici, che sono quelli formati da lenti soltanto, in strumenti catottrici che sono formati da specchi, ed in strumenti catadiottrici che sono costituiti da lenti e da specchi. Come pure faremo ammeno di parlare dei fenomeni che presentano i cristalli dotati di doppia refrazione, potendosi in questi dividere il raggio refratto in due, uno perchè segue la legge ordinaria della refrazione è detto raggio ordinario, e l'altro perchè segue un andamento più complicato dicesi raggio straordinario. Nello spato d'Islanda si rinvenne questo fenomeno per la prima volta, e lo manifesta con più precisione degli altri che sono dotati delle stesse proprietà. Ne faremo parola della polarizzazione della luce, della diffrazione, e della teoriche d'interferenza.

8. La luce non solo influisce nei fenomeni della vi-

sione, ma ha un'azione marcata sù i corpi organizzati ed inorganici. Di fatti i vegetabili e gli animali che godono dell'influenza della luce sono coloriti robusti e pieni di brio; e la pratica de' nostri ortolani di covrire le verdure si è appunto per ripararle dall'influenza della luce, il che l'intenerisce e le rende succulente e scolorite. Le stoffe ed i nostri abiti vengono alterati nel loro colorito dall'influenza della luce; e diversi minerali sono modificati nella loro chimica composizione per l'azione della luce, manifestando delle alterazioni nel colorito, ed in altre proprietà fisiche; quali alterazioni sono d'intensità corrispondenti alla varia influenza della luce. Su questi dati è fondata la dacherotipía ed i processi escogitati dal signor Daguerre, onde ottenere delineate le immagini degli oggetti con tutta precisione, ancorchè ridotti in piccolo spazio; del che ce ne occuperemo con più dettaglio in altro luogo.

9. La luce ha una influenza marcata sulla cristallizzazione de' sali; talmentecchè una soluzione salina atta a dare de' cristalli, se viene colpita da un raggio di luce, deposita la maggior parte de' cristalli nella direzione del raggio luminoso.

10. La luce trovasi non solo nello spazio, ma benanche frammista tra le molecule de' corpi, come pure facendo parte costituente di essi.

LEZIONE 25.ª

DEL CALORE E DEL CALORICO.

1. Il *calore* è quella sensazione che abbiamo allorchè ci avviciniamo o tocchiamo un corpo più caldo di noi. Questa sensazione si crede prodotta da un fluido impercettibile, imponderabile, sommamente elastico, che invade tutt'i corpi, si equilibra in essi dilatandoli; ed è al caso di convertire i solidi in liquidi, ed i liquidi in sostanze aeriformi; or questo fluido impercettibile è stato chiamato *calorico*.

2. Gli effetti ch'è capace di produrre il calorico allorchè invade i corpi sono il riscaldamento, la dilatazione, la fusione, l'ebbollizione, e la vaporizzazione.

3. La sottrazione del calorico dai corpi li raffredda, e li condensa, ed a questo modo i liquidi si possono convertire in solidi, e le sostanze aeriformi in liquidi.

4. Il riscaldamento, od il raffreddamento può avvenire in un corpo si pel suo contatto con un corpo più caldo, o più freddo di lui, tendendo il calorico ad equilibrarsi sui corpi; ma benanche per irraggiamento, emettendosi il calorico da tutt'i corpi a guisa di tanti raggi che seguono il sentiero rettilineo e sono capaci di riflettersi seguendo le stesse leggi dei raggi luminosi. A questo modo se più corpi inegualmente riscaldati sono posti in una certa distanza, essi irraggiano del calorico in corrispondenza del loro grado di riscaldamento, ed

il calorico irraggiato da ciascun corpo investe gli altri corpi; cosicchè i corpi più caldi perdono per irraggiamento maggior quantità di calorico, e ne ricevono di meno dai corpi circostanti; ed i meno caldi ne emettono meno per irriaggiamento, e ne ricevono di più finchè il calorico s'equilibra in tutti. A questo modo i corpi più caldi perdono una porzione di calorico, e si raffreddano; ed i corpi meno caldi assorbono una porzione di calorico e si riscaldano.

5. I diversi corpi non si riscaldano ugualmente, ancorchè esposti alla stessa influenza calorifica; osservandosi costantemente che i corpi neri e scabri si riscaldano dippiù dei corpi bianchi e levigati. Il grado di caldo o di freddo che manifesta un corpo chiamasi temperatusa del corpo.

6. I differenti corpi non si fanno ugualmente attraversare dal calorico; tra tutt'i corpi i metalli sono i migliori conduttori del calorico, nè questi sono attraversati colla stessa facilità; in modo che l'oro conduce il calorico meglio del rame, il rame più del ferro, il ferro più dello stagno, e questo meglio del piombo. I più cattivi conduttori sono il legno il carbone, il vetro, la paglia, la carta, le sostanze filamentose, e l'aria immobile perfettamente chiusa.

7. La stessa quantità di calorico apporta ineguale dilatazione ne' corpi; in generale i corpi solidi si dilatano meno dei liquidi, ed i liquidi meno dei corpi aeriformi; nè i solidi differenti e i diversi liquidi si dilatano uniformemente, dilatandosi ciascun di essi di una

data quantità. Dippiù ciascun corpo solido o liquido si dilata maggiormente a proporzione che si trova più riscaldato. I corpi aeriformi al contrario non solo si dilatano tutti della stessa quantità, ma la loro dilatazione è uniforme per le aggiunzioni delle stesse quantità di calorico, a qualunque grado di riscaldamento essi si trovano.

8. I corpi solidi non sono ugualmente fusibili; dapoicchè la neve si fonde facilmente, la cera ha bisogno di una quantità di calorico maggiore, il piombo di più, il ferro più del piombo, e vi sono dei corpi infusibili all'azione dei fornelli ordinarii i più attivi. Parimenti i corpi hanno bisogno di diverse quantità di calorico per bollire, e per convertirsi nello stato aeriforme.

9. I liquidi si volatilizzano a qualunque grado di calore; ma la quantità che se ne volatilizza nello stesso tempo e maggiore a proporzione che il grado di riscaldamento è maggiore.

10. Le circostanze che favoriscono la volatilizzazione od evaporazione dei liquidi, sono il grado di calore maggiore, la maggiore estensione della superficie del liquido è la minore altezza nella massa liquida, la minore pressione atmosferica, ed il grado di volatilità maggiore del liquido.

11. Per marcare la temperatura de' corpi si usano alcuni strumenti chiamati *termometri*.

12. Il termometro consiste ordinariamente in un tubo di vetro (Fig. 64.ª) di piccolo ed uguale calibrio; ad uno degli estremi vi è soffiata una pallina, che si

riempie con porzione del tubo di mercurio o di altro lìquido; il resto del tubo si vuota di aria, e se ne chiude l'apertura al cannello fusorio. Per graduarlo s' inviluppa la pallina e porzione del tubo nel ghiaccio fondente, il mercurio si ristringe, e si segna sul tubo il punto fin dove si abbassa che è detto punto di congelazione; di poi si fà immergere nell'acqua bollente, il mercurio si dilata innalzandosi nel tubo fino ad un certo punto che chiamasi punto di ebollizione. La distanza tra il punto di congelazione e quello di ebollizione chiamasi distanza fondamentale. Se la distanza fondamentale si divide in cento parti uguali, che diconsi gradi termometrici, e si prosiegua la divisione in parti uguali sì al di sopra del punto di ebollizione, che al di sotto del punto di congelazione, si ha il termometro colla scala centigrada; se la distanza fondamentale si divide in 80 parti uguali, proseguendo la divisione in parti uguali al di sopra ed al di sotto di essa si ha il termometro colla scala di Reaumur o di De-Luc; se poi la distanza fondamentale si divide in 180 parti uguali proseguendo la divisione sì al di sopra del punto di ebollizione che al di sotto di quello di congelazione si ha il termometro colla scala di Farenheit. Lo zero della scala centigrada, e di Reaumur è nel punto di congelazione; nella scala di Farenheit lo zero è posto trentadue gradi al di sotto del punto di congelazione, e perciò il punto di ebollizione trovasi segnato 212 gradi.

13. Oltre dei termometri a mercurio vi sono dei termometri a spirito di vino, che sono opportuni per marcare i gradi bassissimi di temperatura.

14. I gradi di calore elevatissimi possono marcarsi con alcuni termometri solidi detti *pirometri*; tra quali quello di Wegdewod fu un tempo in molto credito, dal quale è decaduto dietro le osservazioni di Iames Hall. Questo pirometro ch'è fondato sulla proprietà che ha l'argilla disseccata di restringersi col calore, ammette che questo restringimento fosse proporzionale al grado di calore che l'ha prodotto, e per conseguenza capace di misurarlo. Ma non solo le diverse argille si restringono di diversa quantità, ancorchè esposte allo stesso calore; ma a questo c'influisce anche il tempo, potendosi ottenere lo stesso ristringimento in pezzi di argilla, tenendone uno ad un calore forte per breve tempo, ed un'altro a calore più moderato per un tempo più lungo. Per tal ragione gli elevati gradi di calore vengono meglio distinti dalle diverse apparenze, modificazioni, e coloriti che manifestano i corpi che vi si assoggettano.

15. Differenti corpi assorbendo quantità uguali di calorico manifestano una diversa temperatura, del che ci possiamo convincere con esperimenti semplicissimi. Unendo una libbra di acqua a 10 gradi di temperatura con altra libbra di acqua a 20 gradi si ha dopo l'unione una temperatura di 15 gradi, che corrisponde alla semi somma delle due temperature; ma se in una libbra di acqua liquida a zero gradi s'immerge una libbra di ferro a 36 gradi, stabilitosi l'equilibrio si avrà una temperatura nell' acqua e nel ferro di soli 4 gradi; vale a dire che nell'atto che il ferro ha minorato di 32 gradi di temperatura, l'acqua non ne ha acquistato che soli quat-

tro gradi ; dal che possiamo conchiudere che quella quantità di calorico ch'è al caso di aumentare la temperatura del ferro di 32 gradi, aumenta la temperatura dell'acqua di soli quattro gradi.

16. Da questo si vede chiaramente, che ciascun corpo per aumentare di un grado la sua temperatura ha bisogno di una determinata quantità di calorico; or quella quantità di calorico necessaria ad un corpo, per aumentare di un grado la sua temperatura, chiamasi *calorico specifico o proprio*, ovvero sua capacità pel calorico.

17. Queste quantità di calorico, per ciascun corpo, possono determinarsi mediante sperimenti simili a quello descritto, e con altri metodi; or prendendo per unità la quantità di calorico necessaria ad un dato peso di acqua per cambiare di un grado la sua temperatura, alla quale unità si rapportano le quantità di calorico necessarie per aumentare di un grado la temperatura di pesi uguali di altri corpi; in guisa che il calorico specifico de' diversi corpi può essere espresso da un rotto, il di cui numeratore corrisponde al numero dei gradi che l'acqua ha variato nella sua temperatura, e per denominatore il numero dei gradi che ha variato la temperatura del corpo che vi è stato immerso. Talmentecchè nell'esperimento citato il calorico specifico del ferro sarebbe espresso dal rotto $4/32 = 1/8$.

18. I raggi solari ci apportano il calore naturale, che può rendersi più attivo per mezzo delle lenti ardenti e specchi ustorii. Molte chimiche combinazioni, e particolarmente le combustioni ci procurano il calo-

rico artificiale. Nell' attrito, nella compressione, nelle percosse, nel passaggio dei liquidi in solidi, o dei gas in liquidi o solidi, operate per mezzo di compressione, ed in molte altre operazioni meccaniche si ha produzione di calorico.

19. Azioni opposte alle precedenti, vale a dire il passaggio dei solidi in liquidi, e dei liquidi in gas senza somministrazione diretta di calorico, o la espansione dei gas, facendoli occupare spazii maggiori, producono sottrazione di calorico ai corpi circostanti e li raffreddano. Di fatti tutt' i mezzi atti a procurarci la pronta liquefazione delle sostanze solide, o la volatilizzazione dei liquidi sono atti a procurarci delle basse temperature. La miscela di neve e sale usata per la confezione dei sorbetti apporta un abbassamento di temperatura, per la pronta liquefazione sì della neve che del sale; e si hanno freddi intensi dall' evaporazione spontanea e pronta dei liquidi volatilissimi; talmentecchè si è giunto ad ottenere la solidificazione del mercurio nel bulbo del termometro, qualora si avvolge nella bombace inzuppata di etere o di acido solforoso, per la pronta evaporazione, di questi liquidi volatilissimi.

LEZIONE 26.ª

DELLA MATERIA ELETTRICA.

1. La materia elettrica da taluni si crede essere un fluido tenuissimo, imponderabile, che sta diffuso in tut-

t'i corpi della natura, e che tende sempre a mettersi in equilibrio, al pari del calorico, nel quale stato non è sensibile. Altri considerano questo fluido imponderabile composto da due fluidi che nello stato di combinazione non è percettibile.

2. La materia elettrica disquilibrandosi ne'corpi, come pensano alcuni, o separandosi ne'suoi elementi, come credono altri; subitocchè si rimette in equilibrio, o si combina di bel nuovo, si rende sensibile.

3. I mezzi atti a produrre questo disquilibrio o questa separazione sono lo strofinio, le percosse il riscaldamento, la fusione, le azioni chimiche, e l'azione magnetica.

4. Strofinando sollecitamente un tubo di vetro, una bacchetta di cera lacca, o un pezzo di ambra con un panno di lana o meglio con un cuscinetto di pelle imbottito di crini, si osserva che si il corpo strofinato che il corpo strofinante sono capaci di attirare dei corpi leggieri, come piccole foglie di oro o di argento, pezzettini di paglia od altro; il che avviene per la manifestazione della materia elettrica per lo strofinio. Ma il migliore apparecchio per ottenere lo sviluppo di elettricità si è la macchina elettrica; la quale consiste in una sfera, od in un cilindro, e più d'ordinario in un disco di cristallo disposto in modo da poter subire uno strofinio tra cuscini che l'affiancano, qualora si fà muovere intorno al suo asse. Un conduttore metallico fornito di punte raccoglie la materia elettrica, che si sviluppa per effetto dello strofinio. ved. (Fig. 65ª).

5. Il corpo strofinato ed il corpo strofinante si caricano di diversa elettricità; e da quei che suppongono che i fenomeni elettrici dipendono dal rimettersi in equilibrio la materia elettrica, si crede che uno di essi si carica in più, e perciò lo dicono *elettrizzato positivamente*, e l'altro si carica in meno che dicono *elettrizzato negativamente*. Altri che ammettono la materia elettrica composta da due fluidi, che chiamano *fluido vitreo* e *fluido resinoso*, credono che per mezzo dello strofinio questi due fluidi, che suppongono naturalmente uniti nei corpi, si separano, e che in corrispondenza della natura del corpo strofinato e del corpo strofinante, uno di questi si carica di elettricità vitrea, e l'altro di elettricità resinosa.

6. Per non cadere in equivoco e conciliare queste due ipotesi bisogna aver presente che l'elettricità positiva corrisponde all'elettricità vitrea, e l'elettricità negativa è la stessa dell'elettricità resinosa. Quello però che costantemente si avvera si è, che il corpo strofinante si carica sempre di diversa elettricità del corpo strofinato.

7. L'elettricità vitrea o positiva distinguesi dalla resinosa o negativa, dal perchè la prima imprime sulla lingua un gusto di acido, e di alcalino o metallico l'altra; dippiù la scintilla somministrata da un conduttore carico di elettricità vitrea o positiva appare in forma di un fascetto luminoso, e quella somministrata da un conduttore carico di elettricità resinosa o negativa consiste in una punta luminosa.

8. Il fenomeno lo più interessante di queste due elettricità si è l'attrazione e la ripulsione elettrica ; vale a dire che i corpi carichi della stessa elettricità si repellono, e si attirano, qualora sono carichi di elettricità opposte. Queste attrazioni è ripulsioni si avverano, finchè i corpi persistono in quello stato elettrico in cui si trovano; e l'attrazione o ripulsione è di una intensità corrispondente alla intensità della carica elettrica. Mediante questo principio si dà spiegazione a tutt'i fenomeni elettrici si naturali che artificiali.

9. Possiamo sperimentare l'attrazione e la ripulsione elettrica, sospendendo a piccola distanza da un conduttore elettrizzato, mediante un filo di canape, una pallina di midollo di sambuco o di sugharo; si osserverà che la pallina verrà attirata dal conduttore, e rimarrà in questo stato fino a che il conduttore rimarrà carico di elettricità. Questo avviene, perchè la pallina è in diverso stato elettrico del conduttore, e si conserva in questo stato, trasmettendo la materia elettrica che attrae al filo di lino, e questo alla mano ed al suolo.

10. Se poi si tiene sospesa la pallina con un filo di seta, siccome la seta non trasmette la materia elettrica, così la pallina caricata ch'è allo stesso modo del conduttore, n'è respinta con maggiore o minor intensità in corrispondenza della energia della carica elettrica. Come pure se due palline si sospendono ad un conduttore elettrizzato in modo che si caricano uniformemente della stessa elettricità, queste palline si repellono con intensità corrispondente alla loro carica elettrica; ed al-

cuni apparecchi elettrici in tal modo costruiti sono addetti a misurare l'energia della carica elettrica, e perciò portano il nome di *elettrometri.*

11. I corpi non danno tutti facile passaggio alla materia elettrica. Taluni come i metalli, l'acqua, e tutt'i corpi imbevuti di umidità, gli animali, ed i vegetabili particolarmente nello stato di vegetazione, la carta, la paglia ec. perchè possono essere attraversati più o meno facilmente da una corrente elettrica, sono annoverati tra i corpi conduttori dell'elettricità; altri come le sostanze resinose, l'olio, la seta, il vetro, e tutte le sostanze cristallizzate, perchè non sono attraversati facilmente dall'elettricità, sono detti non conduttori o isolatori dell'elettricità.

12. La materia elettrica può accumularsi in taluni apparecchi in modo da rendere sensibili le correnti elettriche le più deboli, ed ottenere dalla loro discarica effetti molto più energici; questi apparecchi portano il nome generale di *condensatori.* Tra i condensatori merita il primo posto la bottiglia di Leyde. (Fig. 66ª).

13. La bottiglia di Leyde consiste in un vase qualunque di cristallo, rivestito fino a poca distanza dalla sua bocca o dal suo orlo, si internamente che esternamente, da lamine metalliche, che diconsi *armature* della bottiglia, e con particolarità la rivestitura interna armatura interna, e l'esterna armatura esterna: nella parte superiore ha uno strato senza rivestitura, per impedire la comunicazione tra l'armatura interna ed esterna. L'apertura del vase è chiusa da un sughero, ch'è attra-

versato da un'asta metallica, la quale colla sua estremità inferiore è in contatto colla armatura interna, e nell'estremità superiore, sporgente in fuori, è terminata da una pallina metallica. Il più delle volte, la rivestitura interna è supplita da lamine metalliche sottilissime, poste nell'interno del vase.

14. La carica di una bottiglia di Leyde si ha facendo comunicare l'asta metallica, ch'è in contatto coll'armatura interna, con un conduttore di una macchina elettrica in attività. La discarica avviene qualora si fanno comunicare le armature, interponendo tra esse corpi conduttori; in questo caso le armature essendo in diverso stato elettrico, nell'atto della comunicazione il loro stato elettrico si uniforma, ed i corpi interposti vengono attraversati da correnti elettriche.

15. Più bottiglie di Leyde disposte in modo che le armature esterne comunicano tra loro mediante una lamina o filo metallico, e le armature interne mediante altro filo metallico, costituiscono una batteria elettrica. La carica di una batteria elettrica si ha facendo comunicare l'asta di una delle bottiglie, ovvero il filo metallico che mette in comunicazione tutte le armature interne con una sorgente di elettricità. Nella discarica si hanno effetti più energici in corrispondenza del numero, della grandezza delle bottiglie, e dell'intensità della sorgente elettrica.

16. La discarica di una energica batteria, attraversando i corpi, è capace di produrre in essi effetti quasi simili a quelli del fulmine, come sarebbero l'accensione

di diversi corpi, l'arroventimento, la fusione, o la volotalizzazione; e può far cadere in affissia, ed anche uccidere gli animali che ne sono attraversati.

17. Mediante il cervo volante, giuoco che dai fanciulli dicesi *cometa*, il quale consiste in un quadro di carta teso da archetti di legno, che si fa innalzare nell'aria dall'azione del vento sostenuto da uno spago di molta lunghezza, fino a farlo penetrare nelle nuvole burrascose, si è sperimentata la perfetta somiglianza tra l'ettricità dell'aria e delle nubi, con quella che si ha dagli apparecchi elettrici. Questa somiglianza ha fatto escogitare il modo, come preservare gli edificii e gli oggetti terrestri dai funesti effetti prodotti dall'elettricità atmosferica, congegnando dei *parafulmini*; che sono degli apparecchi addetti a stabilire direttamenre l'equilibrio, tra l'elettricità atmosferica con l'elettricità della terra.

18. I parafulmini preservano dalla terribile azione del fulmine e di altre meteori, dipendenti da azione elettrica, i corpi circonvincini; qualora però si è avuta ogni cura, e si sono serbate le dovute regole nello stabilirli. Essi sono costruiti ordinariamente da spranghe metalliche, che si fanno innalzare ad un'altezza non minore di 15 a 20 palmi dalla sommità dell'edificio, che si vuole preservare; e si fanno discendere in basso fino a conficcarsi ad una data profondità nel terreno, o fino a che s'immergono in un recipiente o in un corso di acqua; sono esse sostenute dall'edificio, ma non le sono in immediato contatto; poggiando sù bracciuoli di vetro,

o di altra sostanza isolante, conficcati per una delle loro estremità nella fabbrica.

19. Bisogna avvertire, che la spranga metallica del parafulmine sia ben levigata, e di grossezza sufficiente onde resistere, senza subir guasti, alle scariche elettriche dell'atmosfera; e che dovendole far deviare dalla direzione primitiva, questo venga fatto in modo da dar luogo ad angoli molto ottusi. Dippiù bisogna avvertire di ricovrire d'intonaco ben levigato le porzioni dell'edificio, dirimpetto alle quali scorre la spranga metallica, onde allontanare da questa le punte e le scabrosità che potrebbero attirarne la materia elettrica. La scelta del sito anche interessa non poco, dovendosi stabilire in quello ch'è il primo colpito dalla burasca; avendo riguardo alla direzione de'venti burrascosi, che dominano in quel dato luogo.

20. Qualora si voglia preservare un'esteso edificio è necessario stabilirvi più di un parafulmine; avendo l'esperienza fatto conoscere, ch'essi possono preservare attorno di loro uno spazio circolare di un raggio doppio della loro altezza, misurata dalla sommità dell'edificio.

LEZIONE 27.ª

DELLA MATERIA ELETTRICA SVILUPPATA CON ALTRI MEZZI DIVERSI DALLO STROFINIO.

1. La materia elettrica si manifesta con altri mezzi

diversi dallo strofinio; potendosi manifestare per mezzo di pressione: Di fatti premendo un disco metallico, mediante un manico isolante, contro di un pezzo di taffettà gommata, la taffettà si carica di elettricità positiva ed il disco di elettricità negativa. Molti minerali particolarmente lo spato d'Islanda diventano elettrici, assoggettandoli alla semplice pressione.

2. Diversi minerali cristallizzati particolarmente la *tormalina*, il *topazio*, la *frenite* si elettrizzano per effetto di riscaldamento, accumulandos' in uno dei suoi punti l'elettricità positiva, ed in altro l'elettricità negativa, quali punti sono detti poli elettrici del cristallo.

3. La maggior parte de'corpi manifestano elettricità, quando si fondono, si solidificano, o si volatilizzano.

4. Oltre tutti questi mezzi, i quali producono delle correnti elettriche di poca intensità, e non permanenti; vi è l'azione del contatto dei metalli differenti, qualora questa viene accompagnata particolarmente da azione chimica. Questa scoverta, che ripete la sua origine da una casualità avvenuta a Galvani anatomico di Bologna, fù di poi studiata dal celebre Volta di Pavia, ed ha influito moltissimo non solo nello studio dell'elettricità, ma benanche nello studio in generale dei fluidi imponderabili. L'ingegno di quest'uomo seppe congegnare un'apparecchio, che è chiamato *colonna o pila di Volta*, mediante il quale si hanno correnti elettriche continuate, e di una intensità che si può accrescere a piacere. Quest'apparecchio modificato in diverse guise ha arricchita la fisica di nuove scoverte, l'industria di

un nuovo agente, e la chimica di un possente mezzo capace di scomporre ne'suoi elementi i corpi i più restii a qualunque altro reagente. Essendosi conosciuto, che se l'elettricismo che si ha per mezzo di quest'apparecchio, si deve per la maggior parte ad azione chimica; viceversa in ogni azione chimica vi è sviluppo di elettricità; e che i corpi si combinano perchè sono in diverso stato elettrico, e che la combinazione persiste finchè un'azione elettrica più energica non la disturba.

5. La pila o colonna di Volta come la congegnò il suo inventore consiste in diverse coppie di lamine di zinco e rame saldate tra loro; queste coppie si soprappongono l'una all'altra, in modo che le lamine de' diversi metalli si alternano; interponendo a ciascuna coppia un disco di cartone o di flanella, imbevuto di una soluzione salina o acida. Disposte le coppie in tal modo, una delle estremità della colonna verrà terminata da un disco di rame, e l'altra estremità da un disco di zinco.

6. Quest'apparecchio è stato modificato in varie guise, tra queste modificazioni prenderemo a descrivere quella detta alla Wollaston. In questa costruzione le lamine metalliche o sono montate su di una traversa di legno, in modo da poterle immergere e sospendere a piacere da vasi che contengono una soluzione acida; disponendole in modo che ciascun vase comprenda due lamine differenti, come può osservarsi dalla (Fig. 67.ª); ovvero saldando per i loro estremi ciascuna coppia di rame e zinco, e ripiegando la lamina di rame in modo, che la ripiegatura conformata come una scatola si

riempie di soluzione acida, nella quale s'immette l'estremità zinco della coppia susseguente; come si può osservare nella (Fig. 68ª).

7. In tutte queste costruzioni, l'azione della pila è tanto più intensa a proporzione che i suoi elementi sono in maggior numero, e di più estese superficie. Siccome nell'estremità zinco della pila si accumula l'elettricità vitrea o positiva, perciò è detto polo zinco o polo positivo; e nell'éstremità rame l'elettricità resinosa o negativa, ch'è detto polo rame o negativo. Adattando a ciascuno di questi poli un filo metallico, se tra le estremità libere di questi fili s'interpone un corpo, questo soffre azione elettrica per la ricomposizione del fluido naturale, o per la tendenza al ristabilimento dell'equilibrio elettrico.

8. Un individuo toccando con le punte delle dita, inzuppate nel liquido acido, le estremità dei poli della pila sente delle commozioni poco diverse da quelle che si hanno dalla discarica di una batteria elettrica di bottiglie di Leyde; con la differenza però che nella pila le commozioni sono continuate, qualora nella batteria è istantanea. Con una pila di molta energia, le commozioni sono insopportabili.

9. Avvicinando, fino al contatto tra loro, le estremità di due fili metallici, che con gli altri estremi comunicano con i poli di una pila in attività, si osservano alcune scintille che si succedono continuatamente; e se tra esse vi s'interpone una fogliolina di argento o di altro metallo, o un filo metallico sottilissimo, si arro-

venta, si fonde, o brucia in corrispondenza della costruzione della pila, e della sua energia.

10. Facendo immergere nell'acqua le estremità di due fili di platino, che con gli altri estremi comunicano con i poli di una pila in attività, si vedono sviluppare dai fili alcune bollicine aeriformi, che sono il risultato della scomposizione dell'acqua; allo stesso modo i corpi composti assoggettati all'azione della pila vengono decomposti; venendo attirati gli elementi del composto che, in rapporto agli altri, sono elettro-negativi dal polo positivo, e gli elettro-positivi dal polo negativo.

11. Gli effetti della pila sono dovuti al passaggio continuo dell'elettricità, e positivamente a delle correnti elettriche che vi si stabiliscono, allorchè i suoi poli sono posti in comunicazione mediante un corpo conduttore, nel qual caso il circuito elettrico si dice completo. In questo stato, l'azione della pila tende sempre ad accumulare verso i poli i fluidi contrarii, ed il conduttore interpolare riunisce continuamente queste due elettricità; talmentecchè i due fluidi sono in continuo movimento, e non si raggiunge da essi mai l'equilibrio elettrico. Il fluido positivo girerà nell'apparecchio andando dall'elemento rame all'elemento zinco, e dal polo zinco al polo rame nel conduttore interpolare; il fluido negativo seguirà un cammino tutt'opposto, passando dall'elemento zinco all'elemento rame nell'apparecchio, e dal polo rame al polo zinco nel conduttore interpolare.

12. L'insieme delle correnti elettriche che percorro-

no nel circuito si dicono *correnti voltaiche*; e si è convenuto d'indicare col *senso di corrente moltipla* o di *corrente voltaica* quella del fluido positivo nel modo come questo fluido percorre; in modocchè la corrente voltaica va dal polo negativo al positivo nella pila, e dal positivo al negativo nel conduttore interpolare.

13. Il celebre Ampere, dopo aver osservato un'azione scambievole esercitata dalle correnti tra loro, dimostrò che due correnti le quali percorrono parallelamente si attraggono quando sono dirette per lo stesso senso, e si respingono quando si diriggono in senso opposto. Quest'attrazione o repulsione l'osservò si ne'fili conduttori rettilinei, che nei flessuosi, e di una intensità corrispondenti alle energie delle correnti, ed in ragione inversa delle distanze. Se le correnti s'incrociccliano, vi è attrazione tra le parti qualora entrambe si allontano dal punto d'incrocicchiamento, o entrambe vi si avvicinano; e vi è repulsione, se una tende ad allontanarsi, e l'altra ad avvicinarsi dal punto d'incrocicchiamento; perciò una corrente che percorre per un conduttore piegata ad angolo tende a raddrizzarlo, e le parti contigue di una stessa corrente si repellono tra loro. A questo modo l'azione di una corrente può generare un movimento di rotazione in un'altra.

14. Alcuni pesci venendo eccitati emettono delle correnti elettriche, che ne dispongono a volontà, dirigendole verso quel punto ove si credono maggiormente irritati; tra questi si distinguono la *torpedine (tremmolella)*, ed il *ginnoto* ovvero *anguilla del Surinam*;

conoscendosi da gran tempo che eccitando la torpedine sulla schiena con una punta di coltello si risentono delle scosse più o meno violenti.

15. Sulla torpedine, che pescasi facilmente ne' mari d'Italia, furono in maggio 1836 eseguiti sperimenti dal P. Linari delle scuole Pie Professore di Fisica dell'I. e R. Università di Siena; facendoci conoscere il modo come ottenere da essa le scintille, la magnetizzazione degli aghi, la scomposizione dell'acqua, ed altri fenomeni elettrici; ed ebbe occasione di conchiudere che dal dorso del detto pesce si emette elettricità positiva, e dalla pancia elettricità negativa.

16. Nelle Indie, giusta la relazione del signor Humbolti, dei cavalli selvaggi fatti entrare in un ruscello nel quale vi erano dei ginnotti, questi avvicinandosi al ventre dei cavalli davano delle scariche sì violenti da farli spesse volte soccumbere; assicurandoci di non aver esso mai risentita una commozione più orribile dalla scarica di una batteria di bottiglie di Leyde, di quella che risentì avendo situato imprudentemente i suoi piedi su di un ginnoto allora ritirato dalle acque. Il signor Faraday ottenne da un ginnoto trasportato a Londra dei risultati alquanto simili a quelli ottenuti dalla torpedine dal P. Linari. Chi ama ulteriori dettagli può leggerli nella mia opera intitolata. Conoscenze elementari di fisica e chimica. Vol. II.° pag. 429 e seg.

LEZIONE 28.ª

DEL FLUIDO MAGNETICO.

1. Fin dalla più remota antichità era conosciuto un minerale di ferro che aveva proprietà di attirare il ferro, ed esercitare azioni attrattive o repulsive con altro pezzo dello stesso minerale a seconda del modo come questi pezzi si trovavano disposti; a cui diedesi il nome di *calamita* o *pietra magnetica*. Gli antichi se ne servirono per illudere il volgo, rappresentando delle cose magiche e portentose per mezzo di esse; come rilevasi nella tomba di Maometto, ed in molti altri fatti simili, di cui la storia ci fà parola.

2. Mettendo in contatto o quasi contatto una calamita con della limatura di ferro, questa vi si attacca facilmente, venendovi attirata con maggiore o minor forza, ch'è detta forza magnetica. La limatura di ferro si ammucchia particolarmente in due punti opposti della calamita, indicandoci che in questi punti risiede la maggior forza magnetica; questi punti sono chiamati *poli* della calamita.

3. Rinvenuti i poli di una calamita, se a questi si affiancano due quadrelli di acciajo temperato, si trasmette in essi tutto il potere magnetico della calamita, trovandosi anche accresciuto; e la calamita così accomodata prende il nome di *calamita armata*.

4. I fenomeni magnetici si credono dipendere da un

fluido contenuto nella calamità e ne'corpi soggetti all'influenza magnetica, il quale fluido si suppone composto da due fluidi, che nella calamita affluiscono costantemente ai poli opposti, e sono dotati di proprietà contrarie; talmentecchè avvicinando due poli di due calamite, se in essi vi affluisce lo stesso fluido si repellono, e si attraggono se vi affluiscono fluidi contrarii. Se ne' poli vi è aderente della limatura di ferro, nell'avvicinare i poli delle calamite, i fili prodotti dalla limatura di ferro si repellono o si attraggono, secondocchè ai due poli vi affluiscono fluidi simili o fluidi contrarii.

5. Tra le proprietà della calamita vi è quella, che sospesa liberamente in modo, che la linea tirata tra i due poli resti in posizione orizzontale, essa si dirige con uno dei suoi poli verso la tramontana e con l'altro verso il mezzogiorno; dal che è nata la distinzione di *polo tramontano*, e *polo mezzoggiorno*.

6. Un pezzo di ferro dolce stando in contatto con una calamita diviene magnetico, e perde ogni proprietà magnetica qualora se ne separa; ma l'acciajo, e particolarmente l'acciajo temperato, con molta difficoltà si magnetizza, e magnetizzato ch'è non perde così facilmente la proprietà magnetica. Esaminando i diversi fenomeni che presentano la calamitazione, e la distruzione del potere magnetico nel ferro e nell'acciajo, si è conchiuso.

1.° Che nel ferro e nell'acciajo vi esistono i due fluidi magnetici combinati tra loro; la calamitazione opera la loro separazione, spingendoli in punti opposti; e

qualora per una causa qualunque se ne opera di bel nuovo la riunione, la calamitazione viene distrutta.

2.° Che nel ferro dolce vi è poca forza per resistere alla separazione, ed alla riunione dei due fluidi; al contrario l'acciajo temperato ha più forza a resistere alla magnetizzazione, ed a distrugerla. Questa forza è stata detta *forza coercitiva*.

3.° Che dall'acciajo temperato possiamo avere aghi calamitati, spranche calamitate, e calamite artificiali. La magnetizzazione in questi si ha o facendoli stare per qualche tempo in contatto di una calamita, o strisciando una metà della spranga o dell'ago che si vuole calamitare con un polo, e l'altra metà coll'altro polo; badando però di fare scorrere ciascuno dei poli della calamita sempre nello stesso senso, principiando dal mezzo della spranga andando ad uno degli estremi.

4.° Ciascuno dei poli della calamita comunica, alla porzione della spranga strisciata, le proprietà dell' altro polo.

7. Oltre del ferro, il nickel, il cobalto, il cromo, ed il manganese possono divenire magnetici collo stesso processo indicato per le spranghe di ferro; ma l'intensità magnetica in questi metalli va scemando nell'ordine come sono indicati.

8. Il nostro Amalfitano, e propriamente Positanese Flavio Gioja, ha fornito ai marini uno strumento preziosissimo, qual'è la *bussola* o *rosa de'venti*.

9. La parte principale della bussola consiste in una leggiera spranga di acciajo temperata e calamitata, che

chiamasi ago calamitato; questo è sospeso nel mezzo sù di una punta acuminata di ottone, in modo che vi possa girare liberamente. Sull'ago calamitato ordinariamente s'incolla un leggiero cerchio di cartone, sul quale sono delineati i trentadue venti. Il tutto è accomodato in una scatola cilindrica, per impedire che l'ago venghi distratto dalla sua posizione per l'agitazione dell'aria. D'ordinario la scatola cilindrica è sospesa con dei bilancieri in altra scatola, per tenersi, nei diversi movimenti che può subire, costantemente in posizione orizzontale.

10. Per altro l'ago calamitato non si dirigge esattamente nella direzione di tramontana e mezzogiorno; ma devia da questa accostandosi o verso levante o verso ponente. Questa deviazione, che chiamasi *declinazione o variazione dell'ago*, è diversa non solo nei diversi luoghi, ma varia anche nello stesso luogo, nè ha leggi stabili. Da ciò è venuta la denominazione di *meridiano magnetico*, ch'è quel cerchio massimo posto nella direzione dell'ago calamitato; e la variazione dell'ago viene determinata dall'angolo diedro formato dal meridiano magnetico col meridiano astronomico del luogo.

11. Oltre della declinazione o variazione, l'ago ne'diversi luoghi si sposta dalla posizione orizzontale, inclinandosi più o meno all'orizzonte. Questa inclinazione talune volte si accresce di tanto, da mettere l'ago in posizione quasi verticale.

12. Mediante due aghi calamitati, sospesi orizzontalmente ciascuno su di una punta acuminata, o ad un filo, si può facilmente osservare l'attrazioue e la ripulsio-

ne magnetica; dapoicchè se si avvicinano i poli dello stesso nome si repollono, e ti attraggono se sono di nomi diversi. L'intensità della repulsione o attrazione è dettata dall'intensità della forza magnetica, talmentecchè può servirli di misura; essendo stato dimostrato ad evidenza da Coulomb che le attrazioni e repulsioni magnetiche si operano seguendo la ragione inversa dei quadrati delle distanze.

13. Si possono paragonare le energie di due aghi calamitati sospesi liberamente, si coll'osservare le distrazioni che soffrono dalla posizione del meridiano magnetico, qualora si assoggettano all'azione di una calamita o di un corpo sensibile al magnetismo; che dall'osservare il numero rispettivo di oscillazioni che eseguono prima di rimettersi nella posizione del meridiano magnetico, qualora ne sono deviati per una certa quantità da una causa qualunque; essendo si le deviazioni, che il numero delle oscillazioni nel rapporto inverso dell'energia degli aghi.

14. Il signor Coulomb con questo mezzo esaminò l'influenza delle lunghezze degli aghi, avendo osservato che poste tutte le altre cose uguali, le loro energie crescono colle lunghezze; ed ha determinato le condizioni sotto le quali gli aghi calamitati sono più sensibili; che sono le seguenti. 1.° Che le parti strofinate sieno della massima durezza. 2.° Che gli aghi sieno leggieri, stretti, spianati, e conformati a guisa di una doppia freccia. 3.° Che le loro lunghezze non sieno troppo piccole.

LEZIONE 29ª.

ELETTRO-MAGNETISMO.

1. Possiamo convincerci facilmente, che diverse azioni magnetiche hanno dell'analogia con delle azioni elettriche: per esempio se due fili di ferro dolce si sospendono per due de' loro estremi a due fili di seta, in modo che restano in posizione verticale, ed a poca distanza tra loro; ed al di sotto di essi si avvicina uno dei poli di una energica calamita armata, od una estremità di una spranga di acciajo fortemente calamitata, essi si repellono; avvenendo in detti fili una magnetizzazione per influenza della stessa natura, la quale è uniforme negli strati di ciascun filo posti nello stesso piano orizzontale, dal che ne avviene la loro repulsione. Lo stesso si osserva, se si sospendono due corpi conduttori dell'elettricità a due fili di seta, essi si repellono, qualora vi si avvicina un corpo carico di elettricità.

2. Da gran tempo fù avvertito che le scariche elettriche attraversando il ferro lo magnetizzano; ed i fisici italiani Mojon e Romagnosi si accorsero della deviazione dell'ago per l'azione di correnti elettriche; ma quest' azione fù posta in piena evidenza, e ne furono assegnate le leggi del fisico Danese Oersted.

3. Se ad una corrente voltaica che trascorre lungo un filo di ottone, situato nella direzione del meridiano magnetico, si avvicina un ago calamitato sospeso pel suo

centro di gravità ad un filo, questo viene deviato dalla posizione del meridiano magnetico; e l'intensità della deviazione è in corrispondenza dell'intensità della corrente elettrica, ed è in ragione inversa delle distanze. Il senso della deviazione è sempre in modo che il polo mezzogiorno è deviato verso la sinistra della corrente; che corrisponde alla sinistra di un osservatore, che si suppone coricato sul filo conduttore colla faccia rivolta verso l'ago calamitato, con i piedi verso il polo positivo, e colla testa verso il negativo.

4. Dall'influenza delle correnti elettriche sull'ago calamitato si è immaginato un apparecchio importantissimo, atto a far conoscere e misurare le correnti elettriche le più deboli, ch'è stato chiamato *galvanometro o moltiplicatore*.

5. Il galvanometro o moltiplicatore è costruito da un lungo filo di rame o di argento coverto di seta, ch'è avvolto ad un telajo di legno; due aghi calamitati i quali hanno presso a poco la stessa forza sono disposti parallelamente tra loro, ed in modo che i di loro poli opposti corrispondono dallo stesso lato; in tal modo disposti sono indifferenti all'azione del globo, e perciò detti *astatici*; essi sono attraversati da un filo di paglia che li ritiene nella posizione già detta, e sono sospesi con un filo di seta non torto; in modo che uno di essi corrisponde nel mezzo del telajo di legno e l'altro al di sopra di esso. Nella parte superiore del quadro, il più delle volte, è posto in posizione orizzontale un cerchio di cartone graduato, per indicare i gradi di deviazione dell'ago.

6. Mettendo in comunicazione le estremità scoverte del filo di rame o di argento con una sorgente di elettricità, ancorchè debolissima, questa percorrendo più volte il telajo dà luogo ad una quantità di correnti parallele; le quali benchè dirette in senso opposto, pure tendono a far deviare gli aghi del galvanometro dallo stesso verso; osservandosi sempre il polo mezzogiorno deviato dalla parte sinistra della corrente.

7. Dopo la scoverta di Oersted, diversi fisici ci hanno fatto conoscere l'azione delle corrente voltaiche, ed elettriche ordinarie nel decomporre il magnetismo naturale ne'corpi che ne sono forniti, e formarne delle calamite; dando luogo per l'azione di queste correnti all'attrazione temporanea nel ferro dolce, ed alla calamitazione permanente negli aghi di acciajo.

8. Se nelle due braccia di una spranga di ferro dolce conformata a guisa di ferro di cavallo si avvolge un filo di rame o di argento coverto di seta, in modo che faccia lo stesso numero di giri tanto sù di un braccio che sull'altro, e gli estremi di questo filo si fanno comunicare con una pila in attività; si avrà la magnetizzazione temporanea nel ferro, finchè la corrente elettrica percorre nel filo.

9. Se sù di un tubo di vetro si avvolge a spira un filo di rame, che con i suoi estremi comunica con i poli di una pila in attività, si avrà la magnetizzazione permanente in una spranga od in un ago di acciajo, se qualora questo s'immetterge nel tubo di cristallo, che quando essendov'immesso prima della comunicazione

del filo colla pila, se ne ritira dopo che questa comunicazione è stabilita. I poli magnetici nell'ago variano in corrispondenza della direzione della corrente, e secondocchè la spira è avvolta a dritta od a sinistra.

10. Se le correnti elettriche producono azioni magnetiche, il magnetismo in movimento produce benanche delle correnti elettriche, che influiscono sensibilmente sul galvanometro. Di fatti in una spira fatta da un filo di ottone, le di cui estremità comunicanò con le estremità del filo di un galvanometro, si manifestano delle correnti elettriche sempre che bruscamente s'intromette nella spira una spranga calamitata, o si fa sortire dalla spira; ovvero vi si avvicina o se ne allontana.

11. Si hanno non solo scintille elettriche pel ravvicinamento o allontanamento delle estremità di un filo conduttore, avvolto a spira intorno ad una calamita artificiale conformata a ferro di cavallo; ma benanchè con opportuno apparecchio, da una semplice calamita artificiale, si hanno tutt'i fenomeni che possono aversi dall'elettricità voltaica, ed ordinaria; come a dire la scomposizione dell'acqua, ed altri fenomeni elettrici.

12. Un movimento di rotazione continuo si può avere dall'azione scambievole delle calamite e delle correnti voltaiche, come ci fè conoscere il signor Faraday; potendosi far girare un conduttore sospeso ad un punto fisso, ovvero una calamita intorno al proprio asse; come pure si può far subire a questa un movimento di rivoluzione intorno ad un punto fisso.

13. Tutti questi fatti provano ad evidenza le corre-

lazioni ch'esistono tra il magnetismo e l'elettricismo, potendosi dall'azione elettrica avere effetti magnetici, e viceversa.

LEZIONE 30.ª

DELL' APPLICAZIONE DEL POTERE ELETTRICO ED ELETTRO-MAGNETICO COME AGENTE MECCANICO E CHIMICO.

1. Il potere elettrico ed elettro-magnetico ha procreato altro genere di forza motrice, da sostituirsi con economia e senza pericolo di esplosione a quella del vapore. Quest'applicazione che si va estendendo di giorno in giorno forma la speciale occupazione di Fisici e Meccanici distintissimi.

2. Le attrazioni e repulsioni elettriche, l'azione elettro-magnetica, e particolarmente le calamite temporanee, prodotte da correnti elettriche, che esercitano e sospendono alternativamente la loro azione su pezzi di ferro dolce, si sono adoperate per attivare dei sistemi di macchine, mettere in movimento carriaggi, e bastimenti.

3. La prima idea dell'impiego di questo agente, come forza motrice, devesi al Professore italiano Dal Negro. Il Professore Magrini fin dal 1835 pubblicò negli annali delle scienze del Regno Lombardo-Veneto la descrizione del suo motore elettro-magnetico, che per semplicità e congegno meccanico non lascia niente a desiderare. Quest'apparecchio componesi di venti cala-

mite temporanee conformate a ferro di cavallo, disposte circolarmente in modo che le loro diramazioni sieno nella direzione di altrettanti raggi. Nel centro del circuito formato dalle calamite, vi sono due spranghe di ferro dolce poste in croce, mobili su di un pernio verticale, le quali vengono attirate dalle calamite più vicine, subitocchè si mette in attività l'elemento voltaico. Ciascuna estremità delle due spranghe magnetizza la calamita che l'è di contro, che perciò rimanendo senz' azione sopra di essa, la lascia libera a seguire l'attrazione della calamita seguente, la quale viene in seguito allo stesso modo magnetizzata; e ripetesi continuamente lo stesso effetto, in modo che ne risulta un movimento uniformemente accelerato. A questo modo la macchina in breve tempo acquista tale celerità da compiere dieci giri in ogni minuto secondo, percorrendo in questo intervallo di tempo lo spazio circolare di quattro metri (pari a circa due canne). E siccome ciascuna estremità delle due spranghe poste in croce ubbidisce in ogni giro all'azione di tutte le venti calamite l'una dopo l'altra, ne segue che ciascuna di esse viene attratta 200 volte in ogni minuto secondo; talmentecchè le quattro estremità delle due spranghe fanno 800 impulsioni in ogni minuto secondo. Questa è una indicazione che i meccanici potranno seguire facilmente nelle applicazioni elettro-magnetiche, facendo si che le azioni si ripetono il maggior numero di volte nel minor tempo possibile.

4. Il Professore Magrini ne eseguì modello, nel quale impiegò calamite del peso di 0.08 di Kilog. ciascuna;

e non ostante gli attriti ed una certa imperfezione, pure sollevava il peso di sei Kilog. all'altezza di un metro in ogni minuto. Talmentecchè lo stesso apparecchio, come opina il detto Profes., portato in grande con accrescere il numero delle calamite a 100 è di una efficacia anche 100 volte maggiore; ed aumentando il n.° delle spranghe a sedici non acquista un volume molto grande.

5. Due sistemi di calamite temporanee posti di rincontro l'uno all'altro, di cui sono continuamente alternati i poli, formano il principale meccanismo che mette in movimento il tanto celebrato battello del Iacobi; e che esaminatone i vantaggi da Paterson di nuova Iork, e dalle scozzese Davidson ne hanno formati dei modelli di loro idea, che sono strati introdotti come motori in diverse manifatture.

6. In Franchfort sul Reno, ove la classe degli artigiani è obbligata ad una istruzione adattata a'loro bisogni; uno di essi circa dieci anni fa casualmente venne informato del potere meccanico delle calamite temporanee; cercò di conoscere quanto mai si era fatto su tal particolare fin allora, e sono pochi mesi, ch'è riuscito a sostituire questo motore a quello del vapore con risparmio di spesa, allontanando quei rischi a cui questo va soggetto. Diversi Potentati hanno incoraggiato quest'abile artista ad eseguirne sperimento in grande, ch'è riuscito di piena soddisfazione; talmentecchè si è in attenzione di vedere ben presto generallizzato questo motore.

7. Fin dal 1825 il Professore Modenese Marianini

nelle sue lezioni pubbliche e private, nel dimostrare il potere della pila nelle decomposizioni chimiche, ottenne una lamina di rame addossata su di una moneta o su di una lamina di oro o di argento, che teneva sospesa in una soluzione di vitriuolo blù (deuto-solfato di rame). Il Professore Nobili di Firenze fece conoscere cosa simile nelle memorie pubblicate nel 1834; ma il signor Iacobi stabilito dà qualche tempo a Pietroburgo, ne fece utile applicazione. Questo dotto nel 1839 avendo attivata una pila, per le calamite temporanee del suo motore elettro-magnetico, destinato a supplire l'azione de vapore, ebbe abbondanti depositi metallici; il che gli eccitò l'idea di una utile applicazione, che ha ricevuta il nome di galvano-plastica. Appena saputosi ciò da Fisici Italiani, ne modificarono i metodi e gli apparecchi molto prima che venissero manifestati quelli del Iacobi.

8. L'apparecchio che più comunemente si usa è rappresentato dalla (Fig. 69.a), e consiste in un truogolo o vase ripieno di acqua acidulata con olio di vitriuolo (acido solforico); in questa soluzione acida si fà immergere una vescica, od un budello di bue, conformato come una saccoccia, ripiena di soluzione di vitriuolo blù (deuto-solfato di rame), che si mantiene aperto mediante un cerchio di legno, pel quale vien sospeso ad una piccola traversa, che poggia sull'orlo del truogolo o del vase. Un conduttore, formato da una lamina o da un filo di rame fatto ad arco, tiene ad un estremo una lastra di zinco, che si fà immergere nell'acqua acidulata, e all'altro estremo la forma in piombo o in cera rivestita

da foglia di argento o da polvere di piombagine (percarburo di ferro), che si fà immergere nella soluzione di vitriuolo, posta nella vescica o nella saccoccia; andandosi così a stabilire sulla forma un deposito di rame che ne riporta i più delicati lineamenti. A questo modo non solo si hanno delle impronte in rilievo, se il modulo in piombo o in cera è incavato, ed incavato se è rilevato; ma benanche si può indorare in pochi minuti un pezzo di argento o di rame impiegando nella vescica o nel budello una soluzione di muriato di oro.

9. Il potere elettrico come agente chimico è stato impiegato nei lavori metallurgici, per la separazione dei metalli gli uni dagli altri, come l'argento dal piombo nella galena.

10. Le scariche elettriche hanno ricevuto applicazione felicissima nell'accensione delle mine, ancorchè immerse nell'acqua; rendendo dei servigii interessantissimi particolarmente nell'attacco e difesa delle fortezze. Da gran tempo conoscevasi, che la polvere da sparo accendevasi mediante scarica elettrica, ma questa conoscenza fino allo scorso anno non aveva ricevuto alcuna utile applicazione; del che siamo debitori agli uffiziali del corpo del genio inglese, avendo questi posto fuoco alle mine stabilite a più di 500 passi distante, con far pervenire in questi punti dei fili conduttori che comunicavano con una batteria voltaica; ciascuno può comprendere di quanta utilità sia questo trovato non solo per la difesa dei luoghi fortificati; ma benanche per altre applicazioni industriali, nelle quali interessa l'accensione della polvere ad una certa distanza.

12. Nei lavori di tal genere sott'acqua, una delle più grandi difficoltà erà quella di mantenere tal volta per lo spazio di più giorni la polvere sott'acqua senza che si umettasse; il colonnello Pasley ha trovato che un miscuglio di pece e di cera o di sego è il migliore idrofugo che si potesse adoperare in tali circostanze, e per esentare i fili conduttori dal contatto dell'acqua e tenerli separati non bisogna altro, che stabilirli isolati nel mezzo di una corda di canape bene incatramata.

LEZIONE 31.ª

TERMO-ELETTRICISMO

1. Lo sviluppo del calorico per azione elettrica è cosa da gran tempo conosciuta; e come abbiamo detto, pel passaggio di correnti elettriche può avers' il riscaldamento, l'arroventimento, la fusione, o la combustione de' metalli. Ma il Dottor Seebek di Berlino ha ottenuto pel solo cambiamento di temperatura nei metalli delle correnti elettriche, il che stabilisce dei rapporti con equivoci tra l'elettricismo ed il calorico. A tale oggetto saldo per li loro estremi dei metalli differenti, in modo da formare un circuito chiuso, costruendo così delle pile termo-elettriche; tra queste la più interessante è quella del Nobili costruita con bismuto ed antimonio.

2. Mediante questi apparecchi si dimostra, che una semplice differenza di temperatura tra gli elementi del

circuito basta per produrre delle correnti elettriche. Dipoi si sono avute correnti elettriche dal riscaldamento di un circuito formato da un solo metallo, riscaldandolo in prossimità della saldatura; il che si è attribuito alla ineguale trasmissione del calorico, nelle direzioni opposte del circuito dal punto riscaldato, decomponendosi l'elettrica naturale, animandosi così due correnti elettriche opposte, che partono dal punto riscaldato, le quali poi si neutralizzano. Talmentecchè se alle estremità di un filo di platino si fanno delle spire, ed una di esse si riscalda alla lampada, e di poi si poggia sull'altra spira fatta sull'altro estremo, ch'è rimasta fredda, si osserva una corrente, che per la maggior parte dei metalli, come il platino l'oro l'argento; và dalla spira calda alla fredda; e nei metalli facilmente ossidabili, come lo zinco il ferro l'antimonio, và dalla spira fredda alla calda.

3. Da una quantità di sperimenti si è conchiuso, che tutte le circostanze tendenti a modificare la propagazione del calorico in un filo metallico, come l'accumulazione della sua massa, il cambiamento di densità, le fenditure in qualche punto; queste circostanze producono differenze nelle intensità delle correnti termo-elettriche di direzioni opposte, dal che si ha una corrente osservabile.

4. Le correnti termo-elettriche con difficoltà si trasmettono a treverso dei liquidi, e questo le fa distinguere e separare facilmente dalle correnti elettro-voltaiche e magneto-elettriche, non ostantecche si trovassero a

elettrica, e ne ha formato un apparecchio lo più esatto e lo più sensibile che si abbia onde studiare le leggi del calorico raggiante; mediante quest'apparecchio ha riconosciuto che il calorico raggiante si polarizza al pari della luce.

LEZIONE 32.ª

DEI MOVIMENTI CURVILINEI E DEL PENDOLO.

1. Un corpo spinto in direzione diversa dalla verticale segue un movimento curvilineo; venendo animato nel movimento non solo dalla forza d'impulsione, ma anche dalla forza di gravità la quale agisce continuamente. Dalla comulazione di queste azioni in diverse direzioni ne nasce un movimento composto curvilineo, perchè prodotto da una forza istantanea, e da una forza continua qual'è la forza di gravità.

2. Se un pezzo di artiglieria (Fig. 70.ª) spinge una palla nella direzione AB e con tal forza da farli percorrere lo spazio AB in quattro minuti secondi; talmentecchè se sulla palla facesse esclusivamente azione la sola forza di projezione, si troverebbe dopo un minuto secondo in *a*, dopo due secondi in *b*, dopo tre secondi in *c*, e dopo quattro secondi in B; ma siccome, contemporaneamente alla forza di projezione, fa azione sulla palla la forza di gravità, la quale se agisse sola dopo il primo minuto secondo si troverebbe in *d*, dopo il secondo minuto secondo in *e*, dopo il terzo minuto secon-

do in f, e dopo il quarto minuto secondo in g; perciò dall'azione contemporanea della forza di projezione, e della forza di gravità, dopo il primo minuto secondo si dovrà trovare in h, dopo il secondo minuto secondo in i, dopo il terzo minuto secondo in m, e dopo il quarto minuto secondo in n; ed una linea menata per questi punti è una linea curva che i matematici chiamano *parabola*, perchè ha le ordinate proporzionali ai quadrati delle ascisse.

3. La linea descritta dalle palle dei schioppi o cannoni, dalle bonde, o da qualunque altro corpo spinto in direzione diversa della verticale è una parabola.

4. Tra i movimenti curvilinei ve n'è uno, come quello ch' eseguono i corpi celesti, ch'è un movimento prodotto dall'azione contemporanea di una forza istantanea d'impulsione, e di una forza continua che li attira costantemente verso un punto fisso, qual' è la forza di gravitazione. Questo movimento si ha benanche allorchè ad un corpo sospeso ad un filo se li fà subire un movimento di rotazione intorno ad un punto ov'è attaccata l'altra estremità del filo.

5. La forza che attira il corpo verso il punto fisso è detta *forza centripeta*, quella in direzione opposta *forza centrifuga*, e la forza d'impulsione *forza tangentale*, perchè agisce nella direzione della tangente alla curva descritta dal corpo.

6. La forza centrifuga si sviluppa nel movimento di rotazione del corpo; e si accresce a proporzione che si allunga il raggio della curva descritta dal corpo, ed a misura che cresce la velocità nel movimento di rotazione;

perciò una pietra posta in una fionda viene spinta a maggior distanza a proporzione che si accelera il movimento di rotazione, e si allungano i fili della fionda. Per la stessa ragione una pietra sospesa ad un filo giunge a rompere il filo, se si accelera progressivamente il movimento di rotazione, o si allunga progressivamente il filo.

7. I corpi situati sulla superficie della terra partecipano del movimento di rotazione della terra, e perciò sono animati da forza centrifuga, ch'è in opposizione alla gravità; e siccome i raggi dei paralleli vanno crescendo dai poli all'equatore, perciò la forza centrifuga va crescendo dai poli all'equatore; talmenteche la gravità si vede aumentare dall'equatore ai poli, e se la velocità di rotazione della terra fosse 17 volte più rapida di quella ch'è, la forza centrifuga sull'equatore equilibrerebbe la forza di gravità; in modo che i corpi sull'equatore sarebbero senza peso.

Dal movimento curvilineo e dall'azione della gravità dipende la teoria del pendolo.

8. Il pendolo è formato da un corpo pesante sospeso all'estremità di un filo. Le sue proprietà fondamentali sono di marcare la direzione della verticale, qualora è lasciato libero a se stesso; e di oscillare lentamente qualora, scostato dalla posizione della verticale, si abbandona a lui stesso senza darli alcun urto.

9. OL (Fig. 71.ª) è un pendolo nello stato di riposo che marca la direzione della verticale; se da OL si porta in OA e si lascia libero a se stesso, per azione

della gravità, oscilla da una parte e dall'altra della sua posizione verticale OL, descrivendo degli archi AL ed LA uguali; e questo movimento continua fino a che la resistenza dell'aria e lo strofinio nel punto di sospensione non lo rimettono a poco a poco nello stato di riposo.

L'angolo AOL si chiama *angolo di sbalzo*; il movimento da A in A' si chiama una *oscillazione*, da A in L una *semi-oscillazione discendente*, e da L in A' una *semi-oscillazione ascendente*; l' arco ALA' misurato in gradi minuti e secondi è l'*amplitudine* dell'oscillazione, ed il tempo che il pendolo impiega a percorrere quest'arco è la *durata* di una oscillazione.

10. Le leggi che regolano le oscillazioni del pendolo sono: 1.° Che le oscillazioni di piccole amplitudini sono della stessa durata, e perciò si dicono isocrone. 2.° Che le durate delle oscillazioni sono indipendenti dal peso e dalla natura del corpo sospeso all'estremità del filo. 3.° Che le durate delle oscillazioni di due pendoli di diverse lunghezze sono tra loro come le radici quadrate delle lunghezze dei pendoli, ovvero che le lunghezze dei pendoli sono tra loro come i quadrati dei tempi delle loro oscillazioni. Di modocchè un pendolo di lunghezza doppia di un altro oscilla quattro volte più lentamente dell'altro; vale a dire se il primo, ch'è lo più lungo, compie una oscillazione in quattro minuti secondi l'altro la compie in un solo minuto secondo.

11. Galileo scovrì il pendolo: si vuole che nel mentre si occupava delle leggi della discesa de'gravi, andava in cerca della maniera come dividere esattamente il tem-

po in intervalli brevissimi ed uguali; un giorno essendo nel Duomo di Pisa osservò che una lampana ch'era stata mossa a caso da un serviente oscillava per lunghissimo tempo, e le oscillazioni erano sensibilmente della stessa durata; questo barlume eccitò in lui seria occupazione, da cui ebbero luogo le fondamentali ed ammirabili dottrine del pendolo, che di poi Huigens applicò agli orologi.

12. La durata di una oscillazione varia non solo per la diversa lunghezza del pendolo, ma benanche per la diversa intensità della forza di gravità, la quale, come abbiamo detto, minora dai poli all'equatore. La lunghezza del pendolo può variare si coll'avvicinare, o scostare il corpo sospeso dal punto di sospensione, che pel diverso grado di calore a cui si assoggetta; perciò il pendolo che batte i secondi sessagesimali a Parigi, la di cui lunghezza determinata da Borda è di 993 millimetri e 8267 diecimillesimi di millimetro, ovvero linee 440. 559 deve variare non solo per effetto di aumento o minorazione di temperatura che ne altera la lunghezza, ma benanche pel cambiamento di luogo avvicinandosi o scostandosi dall'equatore, come pure elevandosi ad altezze significanti, o abbassandosi al livello del mare.

13. Il pendolo semplice consiste in un punto materiale pesante sospeso con un filo senza peso, che oscilla percorrendo piccoli archi senza soffrir sfregamento nè resistenza; questo pendolo è facile immaginarlo ma non è eseguibile, perciò i pendoli ordinariamente in uso sono dei pendoli composti. Or vediamo come questi

possono corrispondere negli effetti a quello di un pendolo semplice.

14. Se un'asta CM (Fig. 72.) sospesa pel suo estremo C si fa oscillare, le velocità dei suoi diversi punti materiali, se fossero liberi, sarebbero ineguali, in modocchè i punti più vicini al centro di sospensione C anderebbero più veloci dei più lontani; ma questi punti essendo legati insieme, facendo parte di un corpo solido, non possono che oscillare contemporaneamente. Or questo ha luogo in tutt'i corpi che oscillano qualunque ne sia la forma; posto ciò ecco quello che ne avviene. Tutt'i punti più prossimi al centro di sospensione sono rallentati nel loro movimento dai punti più distanti, ed i punti più distanti accelerati dai più vicini; ed è facile concepire che tra questi punti ci dovrà essere un punto medio che non è ne accelerato ne ritardato; questo punto, che oscilla come se fosse un punto unico sospeso, chiamasi *centro di oscillazione*.

15. Il centro di oscillazione è diverso dal centro di gravità, ed è positivamente quello, che quantunque legato al rimanente del corpo solido, oscilla precisamente come se fosse isolato; in modocchè riportando col pensiero la massa intera del pendolo composto nel centro di oscillazione si troverà il sistema fisico di questo pendolo riferito all'uso matematico del pendolo semplice: Di fatti nel pendolo composto la distanza dal centro di oscillazione al centro di sospensione dà la lunghezza del pendolo, ed un pendolo semplice che avesse questa lunghezza oscillerebbe come il pendolo composto.

16. Il centro di oscillazione è in generale posto sulla linea che unisce il centro di sospensione col centro di gravità. Il sito del centro di oscillazione dipende dalla forma del pendolo, dalla distribuzione delle sue parti e loro natura, e dal luogo ove il punto di sospensione è fissato: Di fatti un peso adattato nel basso dell'asta fa discendere il centro di oscillazione; e lo stabilisce più sopra se questo peso si adatta verso la parte superiore. Perciò verso il basso del pendolo degli orologi si vede un corpo pesante, ordinariamente di forma lenticolare, che può strisciare lungo l'asta del pendolo; questo corpo pesante abbassato o innalzato fa ritardare o anticipare l'orologio.

17. Il pendolo può essere *decimale* o *sessagesimale*, denominazioni relativamente al tempo; perchè un giorno solare medio si divide tante volte in parti decimali, essendo diviso il giorno in 10 ore, l'ora in cento minuti primi, e un'minuto primo in 100 secondi ec; tante volte in parti sessagesimali dividendosi il giorno in 24 ore, l'ora in 60 minuti primi, ed ogni minuto primo in 60 secondi. Il pendolo decimale fa una oscillazione in un minuto secondo decimale; e il pendolo sessagesimale fa una oscillazione in un minuto secondo sessagesimale.

LEZIONE 33.ª

DEI CORPI PONDERABILI E DELLA NOMENCLATURA CHIMICA.

1. Tutt'i corpi ponderabili della natura si dividono in semplici detti ancora elementi, ed in corpi composti.

2. I corpi semplici sono quelli che con i mezzi chimici conosciuti fin ora non si sono potuti decomporre. I corpi composti risultano dalla combinazione di due o più corpi semplici in varie proporzioni.

3. I corpi semplici fin ora conosciuti sono al numero di 54, de' quali dodici sono detti corpi semplici non metallici, e 42 sono metalli.

4. I corpi semplici non metallici sono l'ossigeno, l'azoto, l'idrogeno, il boro, il bromo, il carbonio, il cloro, il fluore, il fosforo, il jodo, il silicio, ed il solfo.

5. I metalli sono distinti dai precedenti da uno splendore particolare, dall'essere buoni conduttori del calorico e del fluido elettrico, generalmente opachi, e capaci di acquistare una levigatezza particolare; e sono l'antimonio, l'arsenico, il selenio, il cromo, il vanadio, il molibdeno, il tungsteno, il tellurio, il tantalio, il titanio, l'oro, l'osmio, l'iridio, il platino, il palladio, il rodio, l'argento, il mercurio, il rame, l'urano, il bismuto, lo stagno, il piombo, il cadmio, lo zinco, il nichelio, il cobalto, il ferro, il manganese, il cerio, il torio, il zirconio, l'ittrio, il glicio, l'alluminio, il magnesio, il calcio, lo stronzio, il bario, il litio, il sodio, ed il potassio.

6. I corpi semplici sono stati divisi benchè in *sostegni di combustione e combustibili*; l'ossigeno perchè è atto ad alimentare la combustione è stato detto sostegno di combustione, e tutti gli altri sì metallici che non metallici combustibili.

7. Dalle varie combinazioni de' diversi corpi semplici in diverse proporzioni si hanno i diversi composti, i nomi de' quali risultano dall' innesto de' nomi assegnati ai componenti.

8. Le combinazioni possono risultare da due, da tre, da quattro diversi elementi. Le combinazioni binarie possono esser prodotte dall' ossigeno con un corpo combustibile qualunque; da un combustibile semplice non metallico con un metallo; da combustibili semplici non metallici tra loro, e da metalli tra loro.

9. Le combinazioni binarie dell'ossigeno o sono *acidi o ossidi*. Gli acidi hanno un gusto più o meno pronunziato di acidità, arrossiscono lo sciroppo di viole qualora sono più o meno solubili, e si combinano agli ossidi costituendo dei sali.

10. Uno stesso radicale acidificabile può combinarsi all'ossigeno in una o più proporzioni; qualora questa è una, la denominazione di esso si fa terminare in *ico* come *acido borico*; se sono due, quella che ha magior quantità di ossigeno ha la terminazione in *ico*, e l'altra in *oso* come acido antimonico ed antimonioso; per le combinazioni poi che sono più di due, si supplisce colle particelle *iper* ed *ipos* poste innanzi al nome del radicale; dicendosi acido solforico, acido ipo-solforico, acido solforoso, ed acido ipo-solforoso.

11. Non tutti gli acidi risultano dalla combinazione dell'ossigeno con un radicale acidificabile; essendovene di quei totalmente privi di ossigeno, perciò è stato necessario distinguere col nome di *oss'-acidi* le combinazioni acide di ossigeno, e col nome d' *idracidi* le combinazioni acide d'idrogeno, dando a questi una indicazione particolare; così acido clorico e cloroso sono combinazione acide di ossigeno col cloro; acido idro-clorico idro-jodico, idro-bromico sono combinazioni acide dell'idrogeno col cloro, col jodo, col bromo.

12. Le denominazioni degli ossidi si hanno con far seguire all'espressione ossido il nome del corpo combustibile da cui è prodotto; distinguendo gli ossidi di uno stesso corpo combustibile con anteporvi la numerazione greca *protos*, *deutos*, *tritos*, ec. talmentecchè il primo stato di ossidazione del ferro dicesi prot-ossido di ferro, ed il secondo stato deut-ossido di ferro; e per indicare l'ultimo stato di ossidazione si dice *per-ossido*; talmentecchè il secondo stato di ossidazione del ferro essendo l'ultimo va meglio detto *per-ossido di ferro*. Taluni, ad esempio del signor Berzelius, fanno servire le desinenze in ico ed in oso, così il protossido di ferro dicesi *ossido ferroso*, ed il per-ossido di ferro *ossido ferrico*.

13. Le combinazioni del solfo, del cloro, del bromo, del jodo ec. con i metalli sono detti *solfuri*, *cloruri*, *bromuri*, *joduri* ec.; e qualora questi composti possono risultare da diverse proporzioni, si distinguono allo stesso modo degli ossidi, dicendosi *protosolfuro*, *deutojoduro*, *per-carburo* ec.

14. Le combinazioni dei metalli tra loro hanno il nome generico di *leghe*, e qualora tra i metalli componenti vi è il mercurio sè li da il nome speciale di *amalgame*.

15. I sali risultano dalla combinazione di un acido con un ossido metallico, ed i loro nomi si hanno dall'innesto de'nomi de'componenti mettendo in primo luogo il nome dell'acido, facendolo terminare in ato se l'acido ha la desinenza in ico, ed in *ito* se l'acido ha la desinenza in *oso*: cosicchè l'acido solforico, l'acido nitrico, ec. formano sali che sono detti *solfati*, *nitati* ec. l'acido solforoso e nitroso producono sali chiamati *solfiti*, e *nitriti*.

16. I sali possono risultare da principii componenti in tale rapporto tra loro che spariscono le proprietà di questi, e ne manifestano altre tutte nuove, ed allora sono detti *sali neutri*; possono contenere un eccesso di acido, che diconsi *sali acidi* o *sopra-sali* i quali sono generalmente distinti da sali neutri con anteporre alla loro denominazione l'espressione *sopra*; e possono contenere un eccesso di base che si dicono *sali basici* o *sotto sali*, e generalmente sono distinti dall'espressione *sotto*.

27. Le combinazioni dell'acqua con gli ossidi metallici particolarmente o con altri corpi portono il nome d'*idrati*, e qualora un acido o un sale è sfornito di acqua chiamasi *anidro*; se assorbe l'acqua dicesi *deliquescente*; e se lascia evaporare l'acqua di cristallizzazione riducendosi d'ordinario in polvere dicesi *efflorescente*.

18. Le combinazioni dei sali tra loro costituiscono

de' *sali doppii* che per lo più sono formati dallo stesso acido come solfato di allumina e potassa (allume), muriato di ammoniaca e ferro (fiori di sale ammoniaco marziale, ec.

19. I prodotti acidi di sostanze vegetabili ed animali, prendono denominazione dalle sostanze da cui si ottengono; così l'acido del cedro e di tutt'i frutti del genere *citrus* è detto *acido citrico*, quello che si ha dal belzuino *acido benzoico*, dall'aceto *acido acetico* ec. I prodotti poi che non sono ne acidi ne alcalini hanno ricevuti nomi arbitrarii, come alcool, amido, gelatina, albumina, ec.

LEZIONE 34.ª

DEI CORPI SEMPLICI NON METALLICI.

1. *Ossigeno*—L'ossigeno, detto altra volta *aria deflogisticata*, *aria del fuoco*, *aria vitale*, *aria pura*, *aria eminentemente respirabile*; fa parte dell'aria atmosferica e dell'acqua, entra nella composizione della maggior parte de' corpi inorganici, e di quasi tutti i corpi organizzati.

2. L'ossigeno è di assoluta necessità per la respirazione degli animali, in modocchè l'aria privata di ossigeno è micidiale; i corpi bruciano tanto meglio a proporzione che vi affluisce intorno una maggior quantità di ossigeno, per tal ragione si animano delle correnti di aria, per mezzo di mantici, ventagli o in altro

modo, su i corpi che bruciano, per farli bruciare con magiore attività; e qualora un corpo che brucia si esenta dal contatto dell'aria, immediatamente si smorza.

3. Da diversi ossidi metallici, che esposti al fuoco si decompongono, si ottiene il gas ossigeno; tali sono il *precipitato rosso* (deutossido di mercurio), *l'ossido nero di manganese* (perossido di manganese) ec. Introducendo uno di questi ossidi in uno stortino, e posto questo su di un fornello, in modo che s'immerga la sua imboccatura in una vaschetta ripiena di acqua, si raccoglie il gas in campane o in bottiglie capovolte, adattate sulla vaschetta.

4. L'ossigeno esente da combinazione è sempre nello stato gassoso, esso è senza odore, senza colore, e senza sapore, ha un peso specifico di 1.1 circa, si discioglie in piccola quantità nell'acqua, non intorbida l'acqua di calce ne altera lo sciroppo di viole. Il gas ossigeno assoggettato a compressioni violente ed istantanee da luogo a sviluppo di calorico e luce; fenomeno che si ravvisa con minore intensità nell'aria atmosferica: di fatti nel fucile pneumatico, che consiste in un tubetto di cristallo o di metallo, chiuso ad un estremo e aperto all'altro, se vi si comprime istantaneamente l'aria, mediante uno stantuffo, si sviluppa tanto calorico da accendere l'esca posta al di sotto dello stantuffo.

5. *Combustione* — Tutt' i corpi bruciano con un attività sorprendente nel gas ossigeno, e bruciano in una limitata quantità di aria atmosferica fino a che non si esaurisca quasi tutto l'ossigeno che contiene. Questo

fenomeno distinto col nome di combustione è accompagnato da sviluppo di calorico e luce.

6. Il fenomeno della combustione è stato studiato in ogni tempo. Hooke ne diede una spiegazione bastantemente soddisfacente verso la metà del decimosettimo secolo, che fu sopraffatta dalle teoriche enfatiche e misteriose del *flogisto* messe fuori da Stahl, che seppe con tale segacia contornarle e raggirarle che si sostennero nelle scuole per più di mezzo secolo; ammettendo i corpi combustibili formati da flogisto con altri elementi, e che la combustione, ne separava il flogisto e li riduceva incombustibili; il calorico e la luce li considerò come proprietà del flogisto nello stato di movimento violento allorchè si separa dal corpo combustibile. Ma l'aumento di peso dei metalli dopo la combustione, e l'impossibilità di spiegare taluni fatti determinarono il celebre Lavoisier a dar luogo ad una serie di sperimenti freggiati da quella esattezza e prespicacia che caratterizzano i suoi travagli, dopo di che stabilì una teoria basata su i fatti, la quale diede coll'opera del suo vasto ingegno una direzione nuova e brillante alla chimica.

7. Lavoisier dimostrò con sperimenti convincenti, che la combustione consiste nella combinazione dell'ossigeno col corpo combustibile, accompagnato dal fenomeno della ignizione; per altro non diede spiegazione compiuto della produzione del calorico e della luce, che forse avrebbe data in seguito; ma il furore delle discordie civili non li permise di perfezionare la sua grande opera; ci fu spento nel fior dell'età sua dalle scuri ri-

voluzionarie. Quale progresso non avrebbe fatta la scienza dal proseguimento delle sue occupazioni?

8. *Azoto*. L'azoto detto anche *nitrogeno*, o *septono* si rattrova nello stato di gas nell'aria atmosferica, fa parte di alcuni minerali, di diversi vegetabili, e della maggior parte delle sostanze animali.

9. L'azoto si ha facilmente facendo bruciare un corpo combustibilissimo in un recipiente chiuso che contiene dell'aria atmosferica, come sarebbe del gas idrogeno o del fosforo. Ordinariamente facendo bruciare del fosforo finchè si esaurisca l'ossigeno dell'aria atmosferica posta in una campana, il di cui orlo è immerso nell'acqua di una vaschetta; ci procacciamo l'azoto, ottenendo una quantità di azoto corrispondente a circa i 4/5 dell'aria ch'era nella campana; che si può rettificare lavandolo con l'acqua di calce.

10. Il gas azoto non ha caratteri positi, ma tutti negativi; di fatti non ha colore, ne odore, ne sapore, non sostiene la combustione ne la vita, e ne si può bruciare isolatamente, ma bensì qualora trovasi unito ad altri corpi combustibilissimi. Le combinazioni coll'ossigeno a cui da luogo sono il protossido e deutossido di azoto, l'acido nitroso e l'acido nitrico. L'azoto si combina coll'idrogeno, ed il composto più conosciuto è l'ammoniaca, ch'è formato da un volume di azoto e tre d'idrogeno.

11. *Idrogeno*. L'idrogeno si trova naturalmente in combinazione all'ossigeno nell'acqua, all'ossigeno e carbone nelle sostanze vegetabili, all'ossigeno carbone e

azoto nelle sostanze animali. Il gas idrogeno si ha spontaneamente in combinazione del carbone e in unione ad altre sostanze nella corruzione o decomposizione delle sostanze organiche, e si ha dalle acque stagnanti in un brolichio di bolle qualora si rimuove la melma sottoposta. Artificialmente si ha dalla scomposizione dell'acqua mettendo in una bottiglia tubulata della limatura di ferro o di zinco con acqua ed acido solforico; che può raccogliersi in campane, facendo pescare un tubo che parte dalla bottiglia in una tinozza piena di acqua, su cui si capovolgono le campane. Si può avere anche il gas idrogeno assoggettando all'azione del fuoco in una storta, o in un tubo di ferro o di porcellana della limatura di ferro umettata.

12. Il gas idrogeno qualora è puro è sempre nello stato gas, è senza colore, senza odore, e senza sapore; esso è il più leggiero di tutt'i gas, essendo il suo peso specifico, secondo gli ultimi sperimenti di Berz. e Doul; di 0.0688; ed è perciò impiegato per riempirne i palloni areostatici; è irrespirabile, è combustibile, ma non sostiene la combustione; il risultato della sua combustione è l'acqua; detona qualora, trovandosi in contatto dell'aria atmosferica, vi si avvicina un corpo infiammato.

13. Si ha un calore intensissimo da una corrente di gas idrogeno infiammata attivata da una corrente di gas ossigeno, il che si mette a profitto per fondere i corpi su i quali non ha azione il calore prodotto da altre combustioni.

15. Allorchè un filetto di questo gas si dirigge su di un pezzetto di platino spongioso, che si ha dalla riduzione del cloruro di platino e ammoniaca per mezzo del calore, si osserva che il platino diviene gradatamente di un rosso bianco, che accende il gas; su questa proprietà sono costruiti gli accendi fuochi a gas idrogeno. Questa proprietà nel platino spongioso minora a poco a poco, perciò se ne tengono dei pezzettini chiusi in una boccetta per cambiarli nel bisogno. I pezzettini resi inattivi riacquistano la proprietà perduta assoggettandoli a forte calore.

16. L'idrogeno nello svilupparsi dalle combinazioni, che dicesi nello stato di gas nascente, se si trova in contatto col solfo, col carbone, col fosforo, col potassio, coll'arsenico e col tellurio, forma dei gas composti che sono il gas idrogeno solforato, carbonato, fosforato, potassiato, arseniato, tellurato.

17. *Boro.* Il boro si trova in combinazione all'ossigeno, col quale ha molta affinità, nell'*acido borico*; dal quale la prima volta si ottenne decomponendolo per mezzo del potassio.

18. Il boro si ha sotto forma polverulenta di color bruno carico traente al verde, sporca le dita, e non viene alterato ne dall'acqua bollente, ne dagli alcali, ne dagli acidi, ad eccezione dell'acido nitrico e dell' acqua regia (acido idro-cloro-nitrico), dai quali assorbe l'ossigeno cambiandosi in acido borico; brucia con attività nell'ossigeno puro o dell'aria atmosferica, allorchè trovandovisi in contatto si riscalda fino ad un certo punto, e da costantemente per prodotto l'acido borico.

19. *Bromo.* Il Bromo si trova nelle acque del mare in combinazione al magnesio, esso è liquido alla temperatura ordinaria, ha un peso specifico di 2,96; ha un colorito rosso bruno allorchè è in quantità, è di un rosso giacinto allorchè è in strato sottile; ha un odore fetido da cui ha presa la sua denominazione; si solidifica al di la de' 22° sotto zero, e bolle a 47° sopra zero; si combina coll'ossigeuo, e coll'idrogeno dando l'acido bromico e l'acido idro-bromico. E velenoso preso internamente.

20. *Carbonio.* Il carbone, da tutti conosciuto, si trova quasi sempre impuro, perciò è stato necessario distinguere il carbone puro col nome di *carbonio.* Il diamante è il carbone puro.

21. Il carbone fa parte delle sostanze organiche sì vegetabili che animali, e si trova anche depositato nei visceri della terra.

22. Le sostanze vegetabili ed animali esposte ad una temperatura elevata danno del carbone. La carbonizzazione de'vegetabili si ha assoggettandoli al calore, facendo in modo che l'aria vi abbia la minima influenza possibile, perciò si preferisce la carbonizzazione in vasi chiusi; in tal modo non solo si ha circa la metà del carbone di più, ma benanche si hanno altri prodotti che mettonsi a profitto particolarmente nell'industria, che sono una specie di catrame, l'acido piro-legnoso, ed il gas idrogeno carbonato. Il carbone di legna e di altre sostanze vegetabili è più o meno poroso; perciò varia di densità, durezza, e facoltà di riscaldare in corrisponden-

za delle diverse qualità di legna o sostanza vegetabile da cui si è ottenuto. Il carbone animale si ha assoggettando sostanze animali in vasi chiusi all'azione del calore fino a che non emettono sostanze gassose; queste essendo in gran quantità, producono alla superficie come una ebollizione, dando per lo più un carbone molto poroso.

23. I carboni, che si hanno da sostanze vegetabili o animali, sono più o meno impuri, a seconda delle sostanze straniere fisse contenute nelle sostanze che s'impiegano per ottenerli; i carboni di terra contengono chi più, chi meno delle sostanze straniere.

24. Il carbone di qualunque natura sia è infusibile a qualunque temperatura, è un cattivo conduttore del calorico; perciò si riveste l'interno delle fornaci con polvere di carbone ed argilla. Il carbone che si ha da sostanze organiche è più o meno nero, fragile, splendido nelle spezzature, più o meno poroso, e di densità varia.

25. Il diamante si trova nei banchi sabbionosi, nell'Asia e nell'America; esso è trasparente sbendidissimo, e di tale durezza da non esser segnato dall'acciaio il più forte temperato, all'opposto incide il vetro ed il cristallo, di modocchè nelle arti si adopera per tagliarli; refrange energicamente la luce; proprietà tutte che lo rendono preggevolissimo, e perciò ricercato come ornamento indistruttibile. Il suo colorito suol essere bianco, più o meno limpido, gialliccio, verdastro, nero, e rosso più o meno carico.

26. L'uso del carbone come combustibile si sa da

tutti; oltre ciò è adoperato in pittura, entra nella composizione della polvere da sparo, e dell'inchiostro da stampa; è usato per decolorare diversi liquidi, e particolarmente i sciroppi, unendosi alla materia colorante; questa proprietà non è indistintamente di tutte le specie di carbone; quello che si ha da sostanze animali, e particolarmente dal sangue è più attivo; di fatti il carbone che ha maggior forza decolorante è quello ottenuto dalla carbonizzazione del sangue in unione col sotto-carbonato di potassa, dal quale ne sono state separate le sostanze solubili per mezzo della lescivazione; com'è appunto la materia carbonosa che resta dalla lescivazione delle sostanze animali carbonizzate per ottenere il blù di prussia. Il carbone di legna ha proprietà di assorbire diversi gas condensandone più volte il suo volume; questa proprietà scoverta da Fontana è stata verificata da molti e particolarmente da Saussure; e a questa proprietà è dovuta l'azione del carbone nel disinfettare le acque putride e corrotte; la quale per altro non è esclusiva del carbone, ma con diversa intensità è comune a tutt'i corpi porosi, avendo ciascuno di essi un'azione più marcata su taluni gas. Il carbone ed i corpi porosi polverati possedono proprietà di assorbire l'umido, talmentecchè s'imbevono facilmente de'vapori acquosi dell'aria atmosferica; perciò il carbone esposto per qualche tempo all'aria, benchè non in tempo umido, aumenta di peso dal 10 al 20 per cento.

27. Il carbone ha per l'ossigeno un affinità superiore a quella della maggior parte degli altri corpi combustibi-

li, la quale non si manifesta alla temperatura ordinaria dell'atmosfera, ma ordinariamente al calore rovente, potendo però variare la sua infiammabilità non solo per la sua diversa compattezza, ma benanche pel grado di temperatura in cui si è operata la sua carbonizzazione, bruciando più facilmente a proporzione che la carbonizzazione fu eseguita ad un calore più moderato. I composti di ossigeno e carbone sono al numero di tre, cioè un ossido, ch'è l'ossido di carbone, e due acidi che sono l'acido ossalico e l'acido carbonico; il primo e l'ultimo di questi composti si hanno dalla combustione del carbone; l'acido ossalico non si ha come i composti precedenti dalla diretta unione del carbone coll'ossigeno, ma s'incontra nel regno organico, e si può anche ottenere da materiali organici.

28. Il carbone si unisce all'idrogeno in diverse proporzioni; si unisce all'azoto e forma diversi composti dei quali un solo è stato bene studiato ch'è il cianogeno; si unisce al solfo, al fosforo, al cloro, al jodo, al bromo, ed a diversi metalli. Nelle combinazioni con i metalli sono a marcarsi quelle col ferro, tra quali è da distinguersi particolarmente l'acciaio e le diverse specie di ghise; la piombagine credesi piuttosto della polvere di carbone che contiene accidentalmente del ferro.

29. *Cloro*. Il cloro fù a principio creduto composto di acido muriatico ed ossigeno, e perciò fu chiamato acido muriatico ossigenato; ma dipoi fu riconosciuto come sostanza semplice, e se li appose il nome di cloro; esso si rattrova principalmente nel sale comune,

dal quale si ottiene, unendo questo sale col per-ossido di manganese e l'acido solforico (oglio di vitriuolo), ad una moderata temperatura sviluppasi il cloro in forma gassosa.

30. Il cloro ha un colorito giallo verdastro, ed un odore vivo soffocante, in modo che respirandolo, quantunque mischiato coll'aria atmosferica, produce come una siccità nelle narici, ed una irritazione nella trachea con oppressione nel petto; i quali sintomi non svaniscono subito che si cessa di respirarlo, ma si risentono più a lungo a proporzione che l'aria era più o meno carica di cloro, degenerando il più delle volte in una corizza accompagnata da emigrania; è può riuscire mortifero respirato isolatamente. Il suo peso specifico è di 2. 47. Il cloro compresso fino a che occupa il quarto o il quinto del suo volume passa in forma liquida, e si converte in gas, quasi in totalità, subitocchè la compressione cessa.

31. Una candela brucia nel gas cloro con una fiamma fuliginosa; diversi corpi, come il fosforo, il gas idrogeno fosforato infiammabile spontaneamente, si accendono spontaneamente nel gas cloro alla temperatura ordinaria; il solfo assorbe il cloro producendo un liquido giallo carico; e diversi metalli si arroventiscono e s'infiammano allorchè si spargono in polvere nel gas cloro.

32. Il cloro si combina all'idrogeno in una sola proporzione, dando un acido poderoso ch'è l'acido idroclorico; ed è così rapida la combinazione di questi due gas, all'influenza della luce diretta del sole, che dan luogo ad

una esplosione così violente, talmentecchè andando senza cautela se ne può ricevere del danno.

33. Il cloro non si unisce all'ossigeno direttamente, pur tuttavolta abbiamo quattro gradi di ossidazione, cioè un ossido e tre acidi; si unisce all'azoto dando un liquido di color arancio molto volatile qual'è il cloruro di azoto, che da luogo a violenta esplosione allorchè si porta alla temperatura di circa 100.°

34. L'acqua è capace di sciogliere più di due volte il suo volume di cloro acquistando un color giallo pallido e l'odore del cloro. L'acqua pregna di cloro distrugge i colori vegetabili, talmentecchè immersavi una carta tinta di tornasole si scolora, e siamo debitori al celebre Berthollet che ne fece l'utilissima applicazione per l'imbianchimento del lino e del cottone; da qualche tempo si è sostituito con vantaggio al cloro il cloruro di calce.

35. Le stampe ed i libri che col tempo s'ingialliscono riacquistano la bianchezza lavandole con una soluzione di cloro e di poi nell'acqua pura; apportando anche l'azione del cloro l'imbianchimento della carta nella sua fabbricazione, ed a tale oggetto nella fabbricazione della carta impiegasi il cloruro di calce; i caratteri dei manoscritti sono cangellati, per la sua azione sul gallato di ferro, da cui è formato l'inchiostro.

36. Il cloro distrugge le emanazioni che si hanno dalla corruzione di vegetabili o animali, particolarmente ne' siti paludosi e negli ospedali; perciò si usa per disinfettare l'aria viziata in questi siti, particolarmente nelle malattie contaggiose, e per lavare i pannilini, stof-

se o altri oggetti ne'quali si sospetta che vi sia germe di contaggio ; bisogna avvertire però di usarlo con precauzione attesa la sua azione sulla respirazione.

37. *Fluoro*. Il fluoro è un corpo il quale è combinato all'idrogeno nell'acido fluorico; quale acido rattrovasi nel minerale detto spato fluore o calce fluata. Il fluore non essendo stato possibile isolarlo dalle sue combinazioni, perciò non si conoscono i suoi caratteri e le sue proprietà.

38. *Fosforo*. Il fosforo ripete la sua denominazione dalla proprietà di risblendere nell'oscurità; esso si rattrova in combinazione all'ossigeno in alcuni minerali, in diversi vegetabili, e nelle sostanze animali, le ossa degli animali ne contengono in abbondanza.

39. Calcinando le ossa degli animali fino a che non danno più fumo e odore, dipoi polverizzate e slattate in sufficiente acqua, vi si aggiunge a poco a poco il terzo del loro peso di acido solforico, e si lascia così il tutto per circa 24 ore, rimovendolo di tanto in tanto con una bacchetta di legno; il liquido filtrato, ch'è per la maggior parte una soluzione di acido fosforico, si dissecca in caldaja di piombo, e di poi vi si unisce il terzo del suo peso di polvere di carbone, e si fà quasi arroventire al fuoco in una padella di creta. Ritirato dal fuoco e raffreddato si polverizza, e s'introduce in una storta di gres ben lutata posta su di un fornello a riverbero, facendo immergere l'estremità del tubo della storta nell'acqua posta in un boccale. Disposto così il tutto si principia il fuoco sotto la storta, e vi si accresce gradata-

mente, in modo che fra due ore si vede arroventito il fondo della storta. Si ha uno sviluppo a principio di gas ossido di carbone e di gas idrogeno carbonato, ed aumentata dippiù la temperatura, dopo circa due altre ore incomincia la distillazione del fosforo, ch'è accompagnato dal gas idrogeno fosforato accensibile spontaneamente all'aria. L'operazione è finita qualora termina lo sviluppo di questo gas senza che siasi minorata la temperatura.

40. Il fosforo è solido alla temperatura ordinaria, ed in questo stato ha la consistenza della cera, in modo ch'è inciso dall'unghia, ed è facilmente tagliato dal coltello; allorchè è puro è flessibile, trasparente, di color carnicino, senza sapore, e di un odore particolare quasi simile a quello dell'aglio; il suo peso specifico è di 1. 77. Esposto all'aria da vapori bianchi, ed è luminoso nell'oscurità, il che dipende da una lenta combustione che subisce.

41. Il fosforo si fonde a 45 gradi sopra zero, ed a circa 200° bolle, e si può distillare; s'infiamma facilmente stropicciandolo, perciò nel maneggiarlo bisogna avvertire di non stropicciarlo fra le dita, potendone avvenire accidenti funesti; si combina in diverse proporzioni coll'ossigeno, coll'idrogeno, e col solfo; si scioglie nell'etere, nella nafta, nel grasso, e negli olii si fissi che volatili; e queste dissoluzioni, poste in contatto dell'aria, sono luminose nell'oscurità. Il composto lo più specioso è il gas idrogeno fosforato accensibile spontaneamente al contatto dell'aria.

42. Il fosforo ha usi limitati essendo impiegato per l'analisi dell'aria, e per dare alcuni prodotti chimici; un tempo adopravasi per gli accidenti fuochi fosforici; sull'economia animale agisce come violente eccitante, ed in dose avvanzata potrebbe apportare la morte.

43. *Iodo*. Il jodo si rattrova in piccola quantità nelle acque del mare, ed in alcune acque minerali; si ha dalle ceneri di diverse piante marine e marittime lesciviandole, ed evaporando ripetute volte il lescivio fino a che non dia più cristalli; sul lescivio incristallizzabile versandovi dell'acido nitrico, si ha il jodo precipitato in una polvere di un bruno carico. Si può ottenere con processi più economici ma più complicati.

44. Il jodo si rattrova in commerciò in piccole scaglie di color di piombagine; si evapora sensibilmente all'aria, particolarmente allorchè è umido, spargendo un odore suo particolare alquanto simile a quello del cloro; ha un sapore acre e persistente; tinge la pelle di color arancio più o meno intenso, che va a dileguarsi gradatamante; imbruna la carta, la tela, ed anche il legno; si fonde a 107 gradi, e bolle a circa 180 gradi, dando dei vapori di un bel violetto traente al porporino, dal che li fù dato il nome di jodo; il jodo gassoso ha una densità superiore agli altri gas, essendo il suo peso specifico di 8. 7.

45. Il jodo è disciolto dall'alcool e dall'etere, e in piccola quantità dall'acqua, ma l'acqua satura di un sale ne discioglie di più; si combina all'ossigeno formando due acidi, ed all'idrogeno formando l'acido idriodico;

si combina all'azoto, al solfo, al fosforo, al cloro, al bromo; quest'ultimo composto ha proprietà di far esplosione, allorchè si riscalda fino ad un certo punto.

46. Il jodo ha grande affinità con diverse materie vegetabili particolarmente coll'amido, talmentecchè servono a vicenda come reagenti; formando composti di color rossastro, bruno rossastro, ed anche nero.

47. Il jodo e taluni suoi preparati sono da qualche tempo impiegati nell'arte salutare come specifici contro il gozzo. Orfila lo trovò venefico preso interamente in dose considerevole.

48. *Silicio* — Il silicio si rattrova abbondantemente sparso nel regno minerale in combinazione all'ossigeno formando la silice; si puo avere isolato con diversi processi tra quali lo più semplice è quello di far agire il potassio sulla silice.

49. Il silicio è una polvere di un bruno carico, non è conduttore dell'elettricità, e non si sà se diviene elettrico per lo strofinio; non è disciolto ne ossidato dall'acido solforico, dall'acido nitrico, e dall'acqua regia; l'acido idrofluorico liquido, o una soluzione concentrata di potassa caustica lo disciolgono con sviluppo di gas idrogeno; si combina all'ossigeno ad una temperatura elevata formando la silice.

50. Il silicio forma diversi composti col solfo, col cloro, col fluoro, e col carbonio; si unisce ai metalli qualora vi si trova in contatto nel momento che va ad isolarsi dalle sue combinazioni.

51. *Selenio.* Il selenio è poco sparso in natura, e rat-

trovasi in unione di alcuni metalli; il suo colorito è soggetto a variare; allorchè è raffreddato prontamente la sua superficie è oscura traente al bruno, ma nelle spezzature è grigio, e ridotto in polvere ha un colorito rosso carico; allorch'è in sottili strati è trasparente, ed ha un colore rosso di rubino carico; si ammollisce col calore, diviene semifluido a 100 gradi sopra zero, ed è in piena fusione ad alcuni gradi al di sopra, restando per quache tempo fuso, in modo che si può tirare in fili flessibili come la cera lacca; questi fili sono grigi alla luce reflessa, e guardati attraverso la luce sono di un rosso rubino. Si combina coll'ossigeno dando un ossido e due acidi.

LEZIONE 35.ª

DI TALUNE COMBINAZIONI CHE RISULTANO DAI CORPI SEMPLICI NON METALLICI TRA LORO, E DEI PRINCIPII COSTITUENTI L'ARIA ATMOSFERICA.

1. *Gas idrogeno fosforato spontaneamente accensibile.* Questo gas si ha introducendo in uno stortino piccole palline di calce ed acqua, contenendo ciascuna un pezzettino di fosforo; riscaldando lentamente la storta, la di cui imboccatura si fa immergere nell'acqua di una vaschetta, si ha, dopo poco tempo che n'e uscita l'aria, il gas, ch'è incolore ed è caratterizzato dall'essere accensibile spontaneamente appena che viene in contatto dell'aria; producendo una leggiera esplosione, e dei va-

pori di acqua e di acido fosforico, i quali formano un anello ondeggiante, che si allarga a proporzione che s'innalza nell'aria.

2. *Gas idrogeno carbonato per uso d' illuminazione, o gas-light degli inglesi.* Diverse sostanze sono state adoperate e tuttavia si adoperano per ottenere il gas per illuminazione. L'ingegniere Francese Lebon l'ottenne per la prima volta dalla carbonizzazione delle legna in vasi chiusi. Murdoc in Inghilterra, ove per la prima volta si eseguì in grande questo mezzo d'illuminazione, vi sostituì il carbon fossile. Taylor immaginò un apparecchio per ottenerlo dagli olii guasti, e dalle sostanze grasse, quali sostanze danno un gas di una facoltà illuminante superiore a quelli che si hanno dal legno, e dal carbone. Schwartz in Svezia adoperò l' olio di pece, sostanza colà tenuta di niun conto prima che fosse addetto a quest'uso. Il signor Selligue l'ha ottenuto dalla scomposizione simultanea, in opportuno apparecchio, dell'acqua e di un olio bituminoso ottenuto da schisti bituminosi, che rattrovansi in abbondanza in diversi luoghi della Francia. E presso di noi si potrebbero con vantaggio usare i legni resinosi. Il gas che si ha da queste sostanze è un idrogeno carbonato piu o meno carico di carbone, mescolato ad altre sostanze gassose o gassificate; il gas idrogeno carbonato ed il gas ossido di carbone sono opportuni per brugiare, e si ha cura di sbarazzarli di tutt'altro al più che si può, mediante processi di purificazione.

3. La scomposizione delle sostanze sopraindicate

per ottenere il gas per illuminazione si opera in storte o meglio in cilindri di ghisa grigia; questi cilindrì, che si situano orizzontalmente in un fornello a riverbero, hanno un fondo chiuso e l'altro aperto, che si chiude dopo che sono caricati, con un otturatore che viene compresso, mediante vite, sull'orlo della sua apertura; al quale otturatojo è saldato un tùbo che da uscita al gas, e lo conduce nei condensatori, da questi negli altri apparecchi di purificazione, e di poi nei gassometri.

4. La scomposizione degli olii e delle sostanze grasse si ha facendoli pervenire a poco a poco nel cilindro di ghisa allorchè è arroventito, prima riempito per circa i due terzi di pezzi di mattoni o di carbon fossile; ne bisogna che la temperatura del cilindro sia al di sotto del rovente, ne al di sopra; stantecchè nel primo caso si ha molto olio empireumatico e poco gas, e nel secondo caso, qualora la temperatura è molto elevata, si ha un gas idrogeno più scarico di carbone e perciò di minor facoltà d'illuminare. Un volume di oglio da circa 250 volumi di gas atto a brugiare.

5. I gassometri sono costituiti da una campana situata colla bocca in basso, che s'immette in una vasca piena di acqua; la campana è formata da lamine metalliche imbullettate fortemente, coverte da uno strato di catrame, ed addossate su di una ossatura di legno o di ferro; essa è tenuta sospesa verticalmente mediante catene, ed è equilibrata da contropesi per non esercitare una pressione eccessiva sul gas che v'è rinchiuso. La vasca piena di acqua si puo costruire di varie sostanze, ma d'ordinario è fatta di muri infossata nel terreno.

6. I grandi tubi che partono dal gassometro sono di ghisa, che si vanno diramando per le diverse contrade; ma le ultime porzioni di tubi che comunicano colle lampadi, e quei destinati per condurre il gas nei diversi punti dell'edificio sono di piombo, per essere più facili a saldarsi, e perchè si adattano meglio a tutte le sinuosità necessarie. E della massima importanza che i tubi sieno ben connessi non solamente per l'economia del gas, ma molto più per la salute degl'individui, essendo un gas micidiale; oltre che trovandosene raccolta quantità unita all'aria possono avvenire detonazioni, per lo più dannose, all'avvicinarsi di un lume acceso; il modo come ben connetterli può leggersi in opere speciali, e nella mia opera intitolata *Conoscenze elementari di fisica e chimica* vol. 2. pag. 406.

7. I piccoli tubi distributori se sono del diametro di 8 o 9 linee possono alimentare 6 o 8 becchi, del resto se hanno un maggior diametro si ha la fiamma meno vacillante. I becchi delle lampadi da cui esce il gas per essere brugiato hanno varie forme, dettate per lo più dal capriccio; ed è meglio che le aperture sieno un certo numero di piccoli buchi, che una sola apertura troppo grande; e bisogna circondarle da un tubo di vetro il di cui diametro va minorando di alcune linee ad una certa distanza dall'origine della fiamma.

8. L'illuminazione a gas viene preferita non solamente per una certa economia, particolarmente nelle contrade nelle quali l'oglio è molto caro, ma benanche perchè da una luce intensa ed uniforme, ed il getto del-

la fiamma può dirìggersi come si vuole; dippiù non essendovi lucignuolo non vi è pericolo d'incendio pel distaccamento del moccolo. Per altro bisogna avvertire che in alcune fantastiche disposizioni, conformate per lo più a spighe, ventagli, tulipani ec. va perduta una parte della facoltà illuminante, particolarmente perchè la fiamma non si può circondare con tubo di vetro.

9. Altrove il gas per illuminazione non solo è condotto mediante tubi per servire all'illuminazione delle strade e delle case particolari; ma si vende anche compresso in forti tubi di rame, onde i particolari ne possono profittare nel modo che più l'accomoda, ancorchè posti in punti in cui i condotti non vi pervengono.

10. *Dei principii costituenti l'aria atmosferica.* I principii costanti che rattrovansi nell'aria atmorferica da qualunque sito venchi raccolta, ed a qualunque altezza sono al numero di quattro, che sono il gas azoto, il gas ossigeno, il gas acido carbonico ed il gas acqueo; oltre a questi ne può contenere molti altri potendosi considerare come il dissolvente ed il ricettacolo di tutt'i corpi. I due primi cioè il gas azoto ed il gas ossigeno sono sempre in proporzioni determinate, che sono per ogni cento parti in volume di 79 del primo e 21 del secondo; l'acido carbonico e particolarmente il gas acqueo possono variare nella quantità.

11. Per mezzo della combustione dell'idrogeno o del fosforo, in una limitata quantita di aria posta sotto di una campana, si consuma l'ossigeno che contiene, ed a questo modo si può eseguire l'analisi dell'aria. Ma que-

st'analisi si esegue con precisione in opportuno apparecchio detto *eudiometro*; che consiste in un tubo graduato di cristallo, nel quale s'immettono un dato volume di aria atmosferica, ed una quantità misurata della sostanza che deve combinarsi all'ossigeno. L'eudiometro a gas idrogeno ideato dal celebre Volta è da riputarsi il migliore.

12. Ogni pollice cubico di aria atmosferica pesa a termine medio 0.4681 di un grano, vale a dire poco meno di mezzo grano. Ed un pollice cubico di acqua distillata, nella sua massima densità, pesa 770 volte quanto un pollice cubico di aria atmosferica a 0.°

13. La temperatura dell'aria atmosferica è maggiore nei punti più prossimi alla terra, per la ragione che essendo l'aria diafana, i raggi solari depongono la maggior parte del loro calorico alla superficie opaca della terra; perciò lo strato di aria che l'è in contatto, venendo riscaldato, si eleva disperdendo progressivamente del calorico; talmentecchè la temperatura dell'atmosfera va progressivamente minorando da basso in alto: di fatti nelle regioni altissime, come nelle alte montagne, ancorchè poste ne' siti equatoriali, la temperatura trovasi al di sotto di zero, e perciò vi reggono le nevi.

14. I corpi bruciano nell'aria consumando l'ossigeno che contiene; perciò si procura di far affluire continuamente intorno al corpo che brucia dell'aria nuova, onde avere una combustione più attiva; il che si ottiene per mezzo di mantici, ventilatoi, o fornaci con cammini ben costruiti. Qualora poi, per una circostanza qualun-

que, minora l'ossigeno nell'aria o manca totalmente, la combustione si fa più lenta o cessa; come si osserva allorchè un corpo brucia in una limitata quantità di aria rinchiusa in un vase, o sotto di una campana da cui si estrae progressivamente l'aria.

15. Più volte è successo che persone atterriti dal fuoco che si è attaccato alle loro vestimenta, invece di starsene fermi e cercar subito d'impedire nel miglior modo il contatto dell'aria, con invilupparsi in una coverta o con altro mezzo, si sono posti a correre da per ogni dove attivando così la combustione, talmentecchè ne sono rimaste vittime.

16. I corpi hanno bisogno di diverso grado di calore per bruciare nell'aria atmosferica; taluni si mettono in combustione anche alla temperatura di zero, ed al di sotto di zero; altri hanno di bisogno di una temperatura più o meno elevata. Taluni bruciano con fiamma, altri senza fiamma; i primi sono corpi che emettono molecole gassose, gli altri no. La fiamma è di diverso colorito nei differenti corpi in combustione; dippiù il suo colorito è omogeneo, allorchè il corpo che brucia è semplice, ma offre diversi colori allorchè diversi corpi in combustione contemporaneamente emettono sostanze volatili.

17. La fiamma minora d'intensità od anche si smorza allorchè s'imbatte in un corpo buon conduttore del calorico, e di una certa estensione, come un bastone di rame o di ferro, ovvero un fascetto o tessuto di fili di metallo. Su questo principio è stata escogitata da Dawy la lanterna di sicurezza, da usarsi nelle cave del-

le miniere di carbon fossile; essendo per lo innanzi gli operai in queste cave esposti a disastri grandissimi; dapoicchè le correnti di gas idrogeno che vi si rincontrano accese in contatto dell' aria dalle fiaccole, davan luogo ad esplosioni micidiali. Questa lanterna, la di cui utilità è stata sanzionata dall'esperienza, in vece di lastre di vetro, ha un tessuto di fili di metallo di un $1/40$ ad un $1/60$ di pollice di diametro, in modo che se avviene esplosione essa si limita tra le pareti della lanterna, essendone assorbito il calorico dal tessuto metallico.

17. Siccome è indispensabile il contatto dell' aria o dell'ossigeno, ed una data temperatura per far bruciare un corpo; perciò qualunque cosa atta ad impedire questo contatto, o a mettere il corpo ad una temperatura al di sotto di quella in cui può bruciare, può arrestarne la combustione. Ordinariamente ci serviamo dell' acqua per smorzare il fuoco, il che avviene sì perchè essa ricopre la superficie de'corpi che ardono, come pure perchè li raffredda; ma se la massa del corpo in combustione è tale da offrire una temperatura che non può esser di molto minorata dalla quantità di acqua che vi affluisce, e non è bastante a coprirla completamente, come suol succedere negl' incendii che si sono bastantemente avvanzati, l'acqua invece di estinguerli li rende più attivi; perciò si suole unire all'acqua delle sostanze terrose o saline, le quali, dopo che l' acqua si è volatilizzata o decomposta, sono al caso di formare una covertura sulla massa in combustione, talmentecchè si estingue, mancandovi il contatto dell'aria.

18. Siccome i corpi accesi venendo immersi nel gas acido solforoso si smorzano; perciò si riesce, il più delle volte, di smorzare l'incendio nei cammini da fumo facendo bruciare sul focolaio del solfo.

19. L'ossigeno non solo serve ad alimentare la combustione, ma è indispensabile alla vita degli uomini e degli animali; talmentecchè minorato di molto in una limitata quantità di aria non solo spegne il lume che vi s'introduce, ma priva benanche di vita gli uomini e gli animali che la respirano. Per tal ragione l'aria dei luoghi non ventilati, ove è rinchiusa molta gente, o v'ardono molti lumi riesce micidiale.

20. Le sostanze costituenti l'aria atmosferica sono da considerarsi piuttosto in uno stato di mescolanza, che in quello di combinazione. All'azione dell'aria, e particolarmente dell'aria carica di vapori acquosi dobbiamo una quantità di prodotti chimici sì artificiali che naturali; tali sono la ossidazione della maggior parte de' metalli, la conversione di diversi solfuri in solfati, ed altri simili.

LEZIONE 36.ª

DELL' ACUSTICA O TEORICA DEL SUONO.

1. Il suono consiste nella percezione che ha l'orecchio, dalle vibrazioni di un corpo sonoro.

2. Battendo con un martello o col battaglio l'orlo di una campana, si vede che il suo diametro nella dire-

zione del colpo per un istante si allunga, ed il trasversale si accorcia; l'elasticità della materia della campana fa sì che ben presto ritorna nella posizione primitiva, e la forza elastica fa sì, che il diametro trasversale alla direzione del colpo, che prima si era accorciato, si allunga, e quello nella direzione del colpo, che si era allungato, si accorcia. Questi movimenti vibratorii, facilissimi ad osservarsi, succedonsi con maggiore o minore rapidità, e scemano successivamente finchè tornano nello stato di quiete; parimenti il suono s'indebolisce progressivamente, e non si sente più prima che le vibrazioni sieno cessate dell'intutto.

3. Lo stesso succede allorchè una corda ben tesa o una lamina metallica viene scossa o allontanata istantaneamente dalla sua posizione, o con strisciarvi sopra traversalmente un archetto, ovvero battendovi sopra una lamina elastica, si vede che le vibrazioni, a cui da luogo, accompagnano il suono; la di cui intensità va scemando progressivamente. Ed ecco la ragione perchè i corpi solidi più elastici sono i più sonori; ed ecco il perchè arrestando l'oscillazione di un corpo sonoro il suono cessa, il che si esegue nel piano forte per mezzo dello *smorzo*.

4. Bisogna che le vibrazioni si succedono con una certa regolarità per aversi un suono distinto, e che queste sieno in numero non molto piccolo ne molto grande in ogni minuto secondo. L'esperienza ha fatto conoscere dei limiti tra quali il suono è percettibile; cioè qualora le vibrazioni sono non meno di 30 o 32 ne maggiori di 10000 o 12000 in ogni minuto secondo.

5. L'orecchio distingue in un suono musicale tre qualità particolari cioè 1.° il tuono acuto o grave, 2.° l'intensità, 3.° una qualità particolare che non è stata appieno definita, la quale dipende dalla natura del corpo vibrante, dal mezzo pel quale si trasmettono le vibrazioni, e dal modo come queste si producono.

6. Un suono è tanto più acuto per quanto è maggiore il numero delle vibrazioni del corpo sonoro in un dato tempo; ed è tanto più grave per quanto è più piccolo questo numero di vibrazioni.

7. L'intensità del suono dipende dall'amplitudine delle oscillazioni e non dal numero. E siccome le onde sonore costituiscono una sfera il di cui centro è occupato dal corpo sonoro; perciò l'intensità del suono decresce nel rapporto dei quadrati delle distanze.

8. La qualità del suono dipende per lo più dai diversi strumenti; di fatti il suono del flauto o altro strumento da fiato si distingue da quello del piano forte, del violino, o di altro strumento a corda, e tutti questi da quello del timpano, e da quello prodotto da lamine metalliche, o di cristallo in vibrazione. Dippiù il suono ha diversa qualità qualora si trasmette attraverso dell'aria di quanto attraversa un corpo solido; ha diversa qualità, qualora lo stesso corpo sonoro viene scosso, strisciato, o pizzicato.

9. I numeri delle vibrazioni prodotte da due corde dello stesso metallo sono in ragione inversa delle loro lunghezze e dei loro diametri o grossezze, e nella ragione diretta dei pesi da cui vengono tese. Di fatti due

corde dello stesso metallo ugualmente tese e della stessa grossezza la più lunga da un tuono più grave, e perciò esegue un minor numero di oscillazioni; e se le lunghezze e le tensioni sono le stesse, quella che ha minor grossezza ha un tuono più acuto, e perciò esegue un maggior numero di oscillazioni; e finalmente aumentando successivamente la tensione di una stessa corda si ha progressivamente un tuono più acuto.

10. Nell'atto che una corda o una lamina oscilla in tutta la sua lunghezza; si eseguono benanche oscillazioni dalle sue parti, come se la corda si dividesse spontaneamente in tante parti uguali. Molti fatti ci mettono in chiaro, che il suono fondamentale di una corda è accompagnato da suoni di più in più acuti, come se fossero prodotti da corde corrispondenti alla metà, alla terza, alla quarta, ec. parte della lunghezza della corda intera.

11. Oltre le vibrazioni traversali, una corda è al caso di eseguire vibrazioni longitudinali, le quali danno un suono molto acuto, e che producesi sempre quando sulla lunghezza della corda si striscia con un panno di seta spolverato di colofonia.

12. Possiamo convincerci delle divisioni spontanee che avvengono in una lamina, o in una corda vibrante, aspérgendo di sabbia finissima la superficie superiore di una lamina elastica disposta orizzontalmente; posta ch'è in vibrazione si osservano alcuni punti o linee in cui la sabbia resta fissa, la di cui posizione varia per diverse circostanze, che influiscono benanche sulla natura del suono. Questi punti o linee in cui la sabbia resta fissa sono

detti *nodi* o linee nodali, e le parti medie tra un nodo e l'altro sono chiamati ventri.

13. Non solo i corpi solidi producono suono, ma benanche i liquidi ed i gas. Negli strumenti da fiato l'aria è realmente il corpo sonoro, e l'apparecchio di Cagnard-Latour chiamato *sirena* ci convince che il suono può aver origine dall'acqua.

14. Per sentire un suono è necessario che tra il corpo sonoro e l'orecchio vi sia un mezzo ponderabile elastico continuato e non interrotto. Di fatti facendo suonare un campanello o uno sveglio posto al di sotto di una campana vuota di aria il suono non si sente. Il suono si trasmette benanche a traverso dell'acqua, e de' corpi solidi elastici, come diremo fra poco.

15. Il suono impiega un certo tempo per trasmettersi da un luogo ad un'altro. Di fatti stando ad una certa distanza dal luogo ove si fa una salva di artiglieria si sente il colpo dopo un tempo più o meno lungo dall'apparizione della fiamma, secondo che l'osservatore trovasi più o meno distante dal sito ov'è posto il pezzo di artiglieria. Nelle scariche elettriche naturali si sente il fragore del tuono tanto dopo l'apparizione del lampo per quanto più la scarica elettrica si effettuisce a maggior distanza. Dagli sperimenti più volte eseguiti dagli Accademici francesi si può conchiudere: 1.° Che la velocità del suono è di metri 337.2 al secondo, o circa 1038 piedi francesi essendo la temperatura di 16°; ed è di 333 metri qualora la temperatura è a zero: 2.° Che questa velocità è costante qualunque sia la distanza che

percorre : 3.° Ch'è sensibilmente la stessa sia che il cielo è nuvolato o sereno, e che l'atmosfera sia più o meno carica di umidità. Bisogna però avvertire che il suono ha questa velocità qualora l'aria è tranquilla ; perciò bisogna correggerla in corrispondenza della forza del vento, e della sua direzione.

16. Se il suono, propagandosi a traverso di un fluido aeriforme, incontra un ostacolo fisso o una superficie di separazione subisce una riflessione, seguendo le stesse leggi della luce. La riflessione del suono è manifesta dall'*eco*. Alle volte l'eco si moltiplica qualora le onde sonore subiscono ripetute riflessioni nell'incontro di superficie regolarmente disposte; talmentechè perviene all'orecchio più volte lo stesso suono in intervalli successivi, e con intensità decrescenti.

17. Vi sono alcune superficie curve conformate in modo tale che i suoni da esse riflessi concorrono in un sol punto. Se la superficie curva è un ellissoide di rivoluzione, il suono prodotto in uno dei fuochi si sente nell'altro fuoco molto meglio che in qualunque altro punto.

18. Il *Porta voce* è un apparecchio che consiste in un tubo conico di metallo che ha una imboccatura nell'alto, e nell'estremità inferiore è più slargata del resto del cono, e porta il nome di padiglione; la propagazione del suono che si ha fino a distanze significanti per mezzo di questo apparecchio, e l'aumento della sua intensità avviene per le riflessioni ripetute che le onde sonore eseguono sulle sue pareti.

19. Il suono si propaga non solo a traverso de'corpi gassosi ma benanche a traverso de'corpi solidi o liquidi; di fatti le persone immerse sott'acqua sentono il suono prodotto nell'aria o allà superficie del liquido, e dei leggieri colpi dati nell'estremità di una trave sono intesi dall'orecchio posto all'altro estremo; soltanto la trasmissione del suono si fa più presto a traverso dei solidi che dei liquidi, più presto a traverso dei liquidi, che dei gas; trasmettendosi circa 10 volte più presto a traverso del ferro che nell'aria, e circa quattro volte e mezza più presto nell'acqua di quello che avviene nell'aria.

20. L'orecchio distingue particolarmente gl' intervalli che vi sono tra due suoni simultanei o successivi; vale a dire riceve alcune sensazioni in certo modo composte conosciute col nome di *accordi* e di *dissonanze*. Il più semplice degli accordi è l'*unisono;* dopo l'unisono l'accordo lo più semplice è l'*ottava*, dipoi la *quinta*, e vengono in seguito la *terza maggiore* e *minore*, e la *quarta*.

21. Le corde vibranti ci somministrano un mezzo semplice per paragonare i numeri di vibrazioni corrispondenti a molti suoni di cui l'orecchio può assegnare gl'intervalli musicali. Se due corde tese sono situate in prossimità parallele tra loro e poste all' unisono, vale a dire che producono lo stesso suono, che chiameremo suono primitivo; se nel mezzo di una di esse si situa un ponticello, il numero delle vibrazioni eseguito da ciascuna metà è doppio di quello che fa la corda intera nel medesimo tempo, ed il suono prodotto dalla

metà è quello che chiamasi *ottava acuta* del suono prodotto dalla corda intera. Lasciando la prima corda della stessa lunghezza, se si fa variare la posizione del ponticello posto al di sotto della seconda corda, in modo da metterne in vibrazione una frazione della sua lunghezza totale; un orecchio esercitato riconosce la *quinta* del suono primitivo allorchè questa frazione è due *terzi* della sua lunghezza totale, la *quarta* qualora è tre quarti della lunghezza totale, la *terza maggiore* allorch'è quattro quinti della lunghezza totale, e la *terza minore* allorch'è cinque sesti della lunghezza totale; ed i numeri delle vibrazioni eseguite da una stessa corda ugualmente tesa, ridotta a queste diverse lunghezze sono in ragione inversa di queste lunghezze.

22. Si distinguono in musica un certo numero di suoni, che formano la scala naturale, separati gli uni dagli altri da intervalli di una grandezza determinata. I nomi usuali delle note della scala musicale sono *do*, *re*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, *do*; questi nomi si riproducono in ogni periodo di sette note; talmentecchè una nota in ciascun periodo differisce dalla nota consimile nel periodo precedente o susseguente per un ottava.

23. La spiegazione dei suoni prodotti dagli strumenti da fiato dipende dacchè i fluidi elastici, essendo atti a ricevere e trasmettere i movimenti oscillatorii che li vengono comunicati, possono mettersi in uno stato di vibrazione costante, e funzionare da veri corpi sonori.

24. Si sà che nel flauto traverso o nel flauto a becco l'aria soffiata dalla bocca si dirige su di una apertu-

ra, in cui i bordi sono tagliati a bietta o a forma di zeppa; e pare che la lamina gassosa rompendosi contro il taglio della bietta, si mette in vibrazione e comunica il suo movimento oscillatorio all'aria contenuta nello strumento; una disposizione analoga è imitata dalle canne di organo. È facile dimostrare che in queste circostanze l'aria interna è effettivamente il corpo sonoro; poicchè facendo risuonare tubi della stessa forma e lunghezza, ma di materie differenti, i suoni hanno la stessa altezza; il che non avverrebbe se la materia solida del tubo vi contribuisse.

25. Le vibrazioni delle onde aeree ne'tubi sonori sono regolate dalle stesse leggi delle corde vibranti; talmentecchè due tubi simili, ma di lunghezze una doppia dell'altra, la colonna di aria del tubo più corto eseguirà un doppio numero di ondulazioni di quella del tubo più lungo, e per conseguenza darà un tuono più acuto.

26. Le canne chiuse ad un estremo hanno il vantaggio di dare tutt'i tuoni colla metà di lunghezza dei tubi aperti ai due estremi; ma i suoni di questi ultimi sono più dolci e più grati. Allorchè poi i tubi sono chiusi ai due estremi, se si fa vibrare l'aria interna darà lo stesso suono come se il tubo fosse tagliato in due; e se si fa un foro nel mezzo del tubo darà lo stesso tuono che produrrebbe una canna chiusa ad un estremo, lunga quanto la metà del tubo.

27. A quel tanto che abbiamo detto è necessario aggiungere le osservazioni seguenti per spiegare i varii registri dell'organo e degli strumenti da fiato:

1.° Il diametro interno del tubo sonoro cangia il tuono variando la massa dell'aria, nella stessa guisa che succede quando cangiasi la grossezza di una corda vibrante. La forma interna del tubo influisce acciò il suonatore esegua più facilmente le note, ed ottenga suoni diversi colla stessa posizione delle dita.

2.° I fori laterali fatti nel tubo servono a limitarne la lunghezza, e quindi ad ottenere dallo stesso tubo varii tuoni.

3.° Il tuono prodotto da un tubo dipende soltanto dalla sua lunghezza e dal suo diametro, e non v'influisce la materia da cui è formato. Per altro pare che il più delle volte la materia del tubo si mette in vibrazione, il che altera la qualità del suono prodotto dall'aria.

4.° Qualora il tubo, in vece di esser cilindrico, è conico più o meno allungato, si ha una modificazione nel tuono, e come se venisse prodotto da un tubo di maggior lunghezza.

5.° L'imbuto in cui terminano molti strumenti da fiato deve molto influire sul tuono e sulla sua vivacità; lo stesso deve credersi delle diverse imboccature di cui sono forniti.

6. Il tuono cangiasi se cangia la velocità con cui vi entra l'aria ; perciò i suonatori mettono tutta l'arte, stringendo e allentando l'imboccatura, rallentando o accelerando la velocità dell'aria ; finalmente impiegano ogni studio per produrre con aggiustatezza i tuoni delle suonate che eseguiscono, e col grado di forza o di dolcezza che si conviene.

7.° Il calore, per la sua azione sull'aria, alza il tuono di tutti gli strumenti da fiato; cosicchè i flauti, i fagotti, i clarinetti, che si accordano con i violini di una orchestra, non tardano molto a divenire troppo alti; e bisogna allungare il tubo per abbassarne il tuono, il che non può farsi che fra certi limiti molto ristretti. Dapoicchè i fori, di cui sono forniti per la maggior parte, sono distribuiti a distanze tra loro che sono in rapporto colla lunghezza del tubo; or questo rapporto venendo alterato, allungandosi il tubo, lo strumento non da suoni giusti. Un suonatore essendo abilissimo può correggere queste irregolarità, dando al soffio quella velocità che si conviene ad ogni tuono; il che per altro non è esente da incomodo.

28. Negli strumenti a linguetta il corpo sonoro è positivamente una linguetta metallica, ed il tubo serve a rinforzare il suono prodotto. Accoppiando a questi strumenti altro tubo di forma slargata o ristretta, o di diametro prima crescente, ed in seguito decrescente, si hanno modificazioni differentissime sulla nitidezza, e sulle qualità del suono prodotto.

29. I diversi suoni sì gravi che acuti possono esser prodotti sì dalla voce, che dagli strumenti; perciò i primi sono detti vocali, i secondi strumentali.

30. I suoni vocali sono prodotti dall' aria che viene espulsa dai polmoni dall'azione dei muscoli del petto, ed è obbligata ad attraversare rapidamente un seguito di canali e di cavità che compongono l'apparecchio vocale. Quest'organo nell'uomo risulta da un gran nume-

mero di ramificazioni tubulari, che partono dal tessuto dei polmoni, si riuniscono e formano due canali chiamati *bronchi*, i quali comunicano con un canale unico la di cui parte inferiore chiamasi *trachea arteria* e la superiore *laringe ;* che prelungato nel di sopra fino alla *glottide* da luogo a delle fessure, e a dei ventricoli, da cui probabilmente dipende il fenomeno della voce.

LEZIONE 37.ª

DELL'ACQUA NE' SUOI DIVERSI STATI, SUE PROPRIETA' FISICHE E CHIMICHE, SUA ANALISI E SINTESI.

1. L'acqua trovasi abbondantemente sparsa in natura; si ha nello stato solido nelle regioni polari e sulle montagne elevate, nello stato liquido costituendo l'acqua del mare e delle sorgenti, e nello stato gassoso nell'aria atmosferica; questi diversi stati dipendono dalla temperatura in cui si trova esposta.

2. L'acqua ha una azione estesa su tutt'i corpi della natura, talmentecchè le acque naturali non si trovano mai nello stato puro; la meno impura è l'acqua di pioggia non burascola raccolta in siti lontani dall'abitato, e dopo che sieno avvenute piogge precedenti. Si ha l'acqua nello stato puro per mezzo della distillazione.

3. Le acque, in corrispondenza delle sostanze che tengono disciolte, e degli usi a cui possono destinarsi si distinguono in potabili e minerali; le prime sono buone ad estinguere la sete ed ai diversi usi economici, non

che pel nutrimento de' vegetabili; le altre s'impiegano in medicina sì per uso interno, che per bagni, qualora l'esperienza o l'analisi chimica ne ha fatto conoscere l'utilità; ovvero se ne ottengono prodotti per gli usi sociali.

4. Le acque potabili hanno per caratteri di essere limpide ed incolori ancorchè assoggettate all'ebollizione, di lasciar poco o niun sedimento dietro l'evaporazione completa, di sciogliere bene il sapone senza dar grumi; non hanno un sapore marcato, e non manifestano un'azione marcata sull'economia animale.

5. Le acque stagnanti divengono d'ordinario fangose e fetide nei grandi calori della state; come pure le acque rinchiuse in vasi cadono in putrefazione dopo un certo tempo, ed acquistano un sapore ed odore ributtante, che la sola necessità può costringere a farne uso; queste alterazioni dipendono da sostanze organiche, le quali hanno subita una decomposizione spontanea da cui nasce l'intorbitamento e le gassose emanazioni fetide. Per correggere le acque corrotte non vi è miglior metodo di quello di Lowitz, che consiste nel farle filtrare ripetute volte per uno strato di carbone vegetabile sminuzzato. Giusta gli sperimenti di questo fisico possono bastare once 4½ di carbone polverizzato per correggere tre libbre e quattro once di acqua; e qualora a questa quantità di acqua da correggersi si uniscono una ventina di gocce di olio di vitruolo (acido solforico), la quantità di carbone può limitarsi ad un'oncia e mezza.

6. L'acqua purificata a questo modo viene spogliata

benanche dall'aria che tiene sempre in soluzione, la quale da alle acque potabili un gusto particolare a cui siamo abituati, e senza di questa hanno un gusto nauseoso come di acqua bollita; si può caricarla nuovamente di aria o facendola cadere a forma di pioggia da una certa altezza, o pure riempiendone quasi a metà un vase, in cui si agita per qualche tempo.

7. Si pensò di prevenire la corruzione delle acque da servire agli equipaggi dei bastimenti con aggiungere nelle botti destinate a contenerle una porzione di carbone polverizzato; e devesi al signor Berthollet la bella idea di carbonizzare le pareti interne delle botti, il che impedisce la decomposizione delle materie organiche.

8. Le acque minerali, talune hanno una temperatura corrispondente presso a poco a quella dell'atmosfera; altre hanno una temperatura più o meno elevata, e perciò distinguonsi col nome di *acque termali*. Le acque minerali sono in gran numero, e diversificano per la varietà e quantità delle sostanze da cui sono mineralizzate.

9. La natura del suolo da cui ha origine un acqua minerale, ed il colorito del deposito nel fondo del bacino ove si raccoglie, possono manifestarci presso a poco la natura delle sostanze che la mineralizzano; dapoicchè, come diceva il celebre Vauquelin, le acque delle sorgenti portano in soluzione un campione delle materie che attraversano: cosicchè quando il colorito del deposito ha una tinta di ruggine vi si deve credere l'esistenza del ferro, se ha il color nero indica lo stesso me-

tallo unito al solfo, e le incrostazioni biancastre dipendono ordinariamente da carbonato calcareo.

10. L'odore ed il gusto delle acque possono benanche darci indizii sulla natura di talune sostanze mineralizzanti; così l'odore di uova putrefatte da indizio di qualche combinazione di solfo, capace di svolgere idrogeno solforato; l'odor pizzicante nelle narici quello di una certa quantità di acido carbonico libero; i sali di soda e di magnesia danno all'acqua un gusto amaro; il ferro un sapore stittico particolare; e l'acido carbonico un acidità piccante.

11. L'acqua congelandosi offre un fenomeno singolarissimo; dapoicchè essa si restringe gradatamente coll'abbassamento di temperatura fino a che giunge alla temperatura di circa 4.1 centigrado sopra zero, nel quale stato offre la massima densità; da questo grado fino a quello di congelazione in vece di restringersi maggiormente si dilata, talmentecchè alla temperatura di zero ha la stessa densità che aveva a 9° sopra zero; ed è perciò che la neve galleggia nell'acqua.

12. Tale eccezione alla legge dell'influenza del calorico su i corpi si crede dipendere da una disposizione particolare che prendono le molecole dell'acqua nel congelarsi, la quale si manifesta anche prima della congelazione. L'Autore del tutto ha provvidamente disposto a questo modo; dapoicchè se ciò non fosse, le acque dei grandi laghi si congelerebbero fino al fondo, i pesci vi perirebbero, e gli altri esseri viventi mancherebbero di acqua liquida per i loro bisogni; ma pervenendo al-

la massima densità l'acqua alla temperatura di 4.°1, ed a questa temperatura essendo ancora liquida, deve per legge di equilibrio occupare il fondo, nell'atto che lo ghiaccio essendo di peso specifico minore occupa gli strati superiori; ed è ben difficile, anche nelle regioni in prossimità de'poli, che i fiumi ed i laghi gelino fino al fondo.

13. L'acqua del mare, e quella delle sorgenti che contengono quantità di sale in soluzione, non godono della massima densità alla temperatura di 4.1 sopra zero; ma si condensano gradatamente fino a che prendono la forma solida; soltanto nell'atto che l'acqua si solidifica, il sale cade in soluzione nell'acqua non congelata, e ne impedisce la congelazione; formandosi nel fondo di essa una soluzione tanto più carica di sale per quanta maggior acqua si è congelata; perciò anche nel mare gli strati inferiori restano liquidi.

14. L'acqua dallo stato di massima condensazione ch'è alla temperatura di 4. 1 sopra zero si dilata fino a + 100; acquistando a questa temperatura il maggior volume possibile nello stato liquido, allora entra in ebollizione e si converte in gas.

15. Il grado di temperatura necessario per l'ebollizione dell'acqua varia non solo per la qualità e quantità di sostanze che può contenere, ma benanche per la diversa pressione a cui trovasi esposta. L'acqua pura alla pressione ordinaria dell'atmosfera, ch'è quella di 28 pollici barometrici, bolle costantemente a 100° del termometro centigrado, ma a pressione minore bolle ad una temperatura inferiore; di fatti a proporzione che

ci troviamo in sito più elevato, l'acqua bolle a temperatura più bassa. L'acqua posta in un vase ben solido ermeticamente chiuso, può subire una temperatura molto elevata senza bollire; perchè la forza elastica dei vapori che si formano, agisce non solo sulle parete del vase, ma benanche sulla superficie dell'acqua, in modo che ne impedisce l'ebollizione.

16. L'acqua e tutti gli altri liquidi, qualora non contengono sostanze estranee, continuando a bollire non aumentano di temperatura, e tutto il calorico è impiegato a ridurli in vapore; il che può verificarsi tenendovi un termometro immerso.

17. Una data quantità di acqua liquida per passare nello stato gassoso, alla pressione media dell'atmosfera, ha bisogno di tanto calorico bastante a far bollire una massa di acqua cinque volte e 35 centesimi quella gassificata. Un volume di gas acqueo alla pressione media dell'atmosfera, ed alla temperatura di 100° occupa uno spazio 1690.4 volte di quello che occupava nello stato liquido ed è capace di occupare uno spazio maggiore a proporzione che cresce la temperatura e minora la pressione, al pari di qualunque altra sostanza gassosa.

18. Il gas acqueo non ha colore nè odore nè sapore, la sua densità è inferiore a quella dell'aria, la quale secondo Gay-Lussac è di 0.6201 alla temperatura di 0 ed alla pressione media dell'atmosfera, ch'è di 76 centimetri o 28 pollici. Esso differisce dal vapore acquoso per esser disciolto da maggior quantità di calorico; dippiù il gas acqueo è incolore e trasparente, qualora il vapore

acquoso è opaco come un fumo bianco più o meno denso, positivamente come quello che costituisce le nuvole, o come quello che si sviluppa dall'acqua in ebollizione.

19. L'acqua è composta di ossigeno e d'idrogeno; in peso nella proporzione di 88. 904 di ossigeno, e di 11.096 d'idrogeno, ed in volume da due volumi d'idrogeno ed uno di ossigeno. Si può eseguire l'analisi dell'acqua facendo attraversare dei vapori acquosi, che si hanno da una determinata quantità di acqua in ebollizione posta in un vase, per un tubo di porcellana rovente, in cui si è posto della tornitura di ferro. L'aumento di peso della tornitura darà la quantità di ossigeno dell'acqua decomposta, ed il gas raccolto dall'altra estremità del tubo sarà la quantità d'idrogeno; può aversi anche l'analisi dell'acqua con i mezzi elettrici nel modo detto a pag. 125 lez. 27.ª v. 10. La composizione dell'acqua si ha facendo bruciare una corrente di gas idrogeno in un recipiente pieno di gas ossigeno, l'acqua prodotta corrisponderà in peso esattamente al peso delle quantità di gas consumate, le quali sono nel rapporto di due volumi di gas idrogeno ed un volume di gas ossigeno.

20. L'acqua adoprasi nello stato solido, nello stato liquido, e nello stato gassoso e vaporoso. Nello stato solido serve non solo per rinfrescare le nostre bevande e per altri usi domestici, ma benanche per ottenere le basse temperature, le quali s'impiegano ordinariamente per ridurre in forma liquida o solida i prodotti volatili. L'acqua nello stato liquido non solo serve pel nutrimento degli animali e dei vegetabili, ma presta benanche

una infinità di ufficii economici e salutari; la preparazione degli alimenti onde renderli più digeribili, i bagni e le lavande onde provvedere alla nettezza del nostro corpo sì necessaria alla conservazione della vita ce ne dimostrano il bisogno; dippiù essendo essa un dissolvente della maggior parte de' corpi, è di un uso continuato nell'industria, ottenendosi per mezzo di essa una immensità di prodotti. Nell'acqua del mare dei laghi e dei fiumi non solo vi trafficano i bastimenti facilitando il commercio tra paesi distantissimi; ma il loro movimento mettesi a profitto per animar macchine; oltre ciò in essa vivono una quantità di esseri organizzati inservienti ai bisogni dell'uomo. L'acqua nello stato gassoso è vaporoso non solo è impiegata come forza motrice di prim'ordine, ma è al caso di rammollire molte sostanze penetrandole, come ha luogo nella marmitta di Papino; dippiù è usata con vantaggio per riscaldare liquidi, e stufe, per disseccare ed asciugare dei corpi, particolarmente quei che sono facilmente accensibili come legni, paglia, tessuti polvere da sparo ec.

LEZIONE 38.ª

DELL'EVAPORAZIONE SPONTANEA E ARTEFATTA, E DELL'IGROMETRIA.

1. Siamo convinti tutto giorno che i liquidi esposti al contatto dell'aria in recipienti aperti si volatilizzano, ancorchè posti alla temperatura ordinaria, quantunque

questa sia bassissima: di fatti osserviamo emettersi nel freddo inverso dalle superficie bagnate degli alberi, delle pietre, e anche dalla neve dei vapori. Però a proporzione che un liquido trovasi a temperatura più elevata, tanto maggiore è la quantità di liquido evaporata. L'aria colla sua pressione sulla superficie del liquido si oppone all'evaporazione; ma la stessa quantità di vapore può essere contenuta in uno spazio vuoto di aria che in uno spazio pieno di aria, purchè la temperatura sia la stessa.

2. Le condizioni favorevoli per facilitare l'evaporazione sono 1.° la minorazione della pressione atmosferica, talmentecchè i liquidi si evaporano facilmente nel vuoto; 2.° l'aumento di temperatura del liquido; 3.° la minorazione di umidità nell'aria atmosferica; 4.° finalmente l'agitazione maggiore nell'aria che sovrasta il liquido. Di fatti osserviamo costantemente che un corpo bagnato si prosciuga più presto a proporzione che l'aria circostante è più secca, ed è più agitata, ed a proporzione che trovasi esposto a maggior calore.

3. L'evaporazione di un liquido o si esegue in apparecchi chiusi che sono detti *storte* o *alambichi*, e si usa per spogliarlo dalle sostanze solide non volatili che contiene, e quest'operazione dicesi *distillazione*; ovvero l'evaporazione si esegue in vasi aperti, che sono detti vasi evaporatorj, e questa operazione serve o per raccogliere le sostanze saline che il liquido tiene in soluzione, o per condensare il liquido. Le sostanze saline depositate dal liquido si hanno il più delle volte in forma cristallina prismatica.

4. I cristalli portano in combinazione una porzione di acqua, la quale è costante nello stesso sale, ma varia nei diversi sali; per altro vi sono dei sali che cristallizzandosi si combinano all'acqua in diverse proporzioni, e perciò acquistano forme cristalline diverse.

5. Si la distillazione che la semplice evaporazione si eseguono a *fuoco nudo*, a *bagno maria*, ed *a bagno di sabbia*; a fuoco nudo allorchè il vase è assoggettato all'azione immediata del fuoco, a bagno maria qualora il vase galleggia nell'acqua posto in altro vase ch'è adattato sul fuoco, e a bagno di sabbia allorchè il vase è immerso nell'arena posta in altro vase esposto al fuoco. Vi è di più la distillazione a vapore ch'è da raccomandarsi qualora si hanno a distillare sostanze aromatiche; per effettuirla bisogna situare nella sommità del vase distillatorio la sostanza aromatica racchiusa in un reticolato, in modo da dover essere attraversata dai vapori che s'innalzano dalla cucurbita del vase distillatorio. Questa maniera di operare ha il vantaggio di dare il distillato scompagnato dal difetto di empireuma.

6. *Dell'igrometria.* Parlando dell'aria atmosferica abbiamo detto che tra i principj costanti che vi si rattrovano vi è il vapore acquoso, che può variare nella quantità. Or l'igrometria è quella parte della fisica che ha per oggetto di determinarne la quantità; e gli strumenti opportuni a valutarla sono chiamati *igrometri.*

7. Vi sono molte sostanze che s'imbevono facilmente de' vapori, le di cui forme e dimensioni si cambiano a proporzione che l'assorbono; le quali diconsi sostanze

igrometriche, e si adoprano nella costruzione degl'igrometri.

8. Quasi tutte le sostanze organiche risentono l'azione dell'umidità atmosferica. Le corde di budello cambiano di tensione e di tuono, la pergamena, le pelli, ed anche la carta perdono la loro elasticità, i capelli lavati bene in una soluzione alcalina provano cangiamenti considerevoli, e così di varie altre sostanze. Ma per la costruzione degl' igrometri bisognano sostanze di poco volume, sensibilissime ad ogni piccola quantità di umidità, incorruttibili, capaci di manifestare cangiamenti costanti, e che diano costantemente le stesse indicazioni qualora concorrono le stesse circostanze, ond'essere paragonabili tra loro.

9. Le sostanze igrometriche che più si avvicinano a queste condizioni, sono i capelli e le lamine sottili di osso di balena, le quali si allungano a proporzione che assorbono umidità. L'igrometro a capello è conosciuto col nome d'igrometro di Saussure, ed è lo più usato, e quello ad osso di balena col nome d'igrometro di Deluc.

10. L'igrometro di Saussure è rappresentato dalla (Fig. 73); e consiste in un piccolo quadro di metallo che ha nella sua parte superiore una piccola pinsetta nella quale è fissata l'estremità di un capello, ch'è stato precedentemente spogliato dal suo ontume naturale, con lavarlo in un lescivio alcalino; l'altra estremità del capello è fissato in un punto della gola di una piccola girella mobilissima, alla quale si avvolge per due o tre gi-

ri; alla detta girella è sospeso, mediante un filo di seta, un piccolo peso che agisce sulla girella; in modo che il capello nell'allungarsi o nel raccociarsi resti sempre teso. L'allungamento o l'accorciamento del capello dà movimento alla girella sulla quale è fissato un indice che mostra su di un quadrante di cerchio il grado igrometrico dell'atmosfera.

11. La graduazione dell'igrometro si fa introducendolo in una campana in cui vi sia l'aria spogliata al più possibile di umidità, si osserva che l'indice discende successivamente per qualche tempo e di poi si arresta; questo punto che indica la massima secchezza si marca zero. Di poi si passa l'igrometro in un altro recipiente chiuso, in cui l'aria è satura di vapori; il capello se ne imbeve, e l'indice ascende con rapidità, il punto del quadrante ove si arresta si marca cento. L'arco del quadrante interposto tra 0 e 100 si divide in cento parti uguali che diconsi gradi dell'igrometro.

12. Dalla graduazione dell'igrometro si comprende facilmente che le sue indicazioni danno il rapporto che vi è tra la quantità di vapori acquosi contenuti nell'aria, e quella ch'essa conterrebbe se ne fosse saturata completamente; ma bisogna avvertire che i gradi dell'igrometro non sono in rapporto con le quantità di vapori contenuti nell'aria; vale a dire se l'igrometro marca in tempi diversi 22°, e 39° non si può conchiudere che la quantità di vapori nell'aria in questi due tempi sono nel rapporto di 22 a 39. Da ripetuti sperimenti si è ricavata la tavola seguente, in cui sono notate in corri-

spondenza delle indicazioni dell'igrometro, le quantità di vapori contenuti nell'atmosfera; mettendo uguale ad uno la quantità di vapori acquosi contenuti nell'aria a saturazione.

Gradi dell'igrometro
0,° 22,° 39,° 53,° 64,° 72,° 79,° 85,° 90,° 95,° 100°
Quantità di acqua nell'aria
0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.91; 1.0

13. Nell'igrometro di Deluc il capello è rimpiazzato da una laminetta sottilissima di osso di balena; questa siccome si allunga più del capello, posti nelle stesse circostanze; perciò nè la graduazione, nè la tavola precedente, costruita per l'igrometro di Saussure, può servire per quello di Deluc; per altro la sua custruzione è quasi la stessa, e si gradua allo stesso modo. Altro igrometro fù immaginato da Deluc che ha la forma di un termometro, e consiste in un cannuolo di penna da scrivere, o meglio in una palla di avorio vuota, che ha le pareti sottilissime, nella di cui sommità vi è masticato un tubo capillare di vetro; in questo apparecchio si mette del mercurio ben purgato di aria e di umidità, sino ad occupare porzione del tubo di vetro. L'umidità altera la capacità del cannuolo di penna o della pallina di avorio, il che fa discendere o salire il mercurio nel tubo di vetro.

14. Si fanno anche comunemente igrometri con corde di budello, per la proprietà che hanno di storcersi al-

l'azione dell'umidità. Essi consistono per lo più in un disco di cartone, ch'è sospeso nel centro dall'estremità di un pezzo di corda, che coll'altro estremo è attaccato ordinariamente nel fondo di una scatola. A proporzione che la corda si torce o si storce per l'azione igrometrica dell'aria, il disco gira da una parte o dall'altra; ma le indicazioni di questi igrometri sono lente ed inesatte. Ordinariamente il disco di cartone è situato orizzontalmente e sostiene due figurine; una di esse si vede nel tempo secco e l'altra nel tempo umido, e si suole quest'ultima munire di un ombrelletto o altro arnese di uso nel cattivo tempo. Talune volte la corda di budello è tesa orizzontalmente, e tira il disco pel suo orlo.

LEZIONE 39.ª

DELLA FORZA ELASTICA DEI VAPORI.

1. Possiamo convincerci facilmente della forza elastica del vapore e del suo accrescimento per l'aumento di temperatura mediante il seguente sperimento. Se si riempie di mercurio un tubo barometrico fino ad un mezzo pollice circa al di sotto della sua apertura, che si termina di empire con dell'etere solforico; chiuso col dito la sua apertura, fintantoche capovolto il tubo si fà immergere in una vaschetta piena di mercurio; si osserverà che il mercurio nel tubo si mette ad un'altezza di circa venti centimetri al di sotto di quello di un barometro posto nelle stesse circostanze, ovvero di un tu-

bo similmente apparecchiato totalmente pieno di mercurio senza etere. L'abbassamento di venti centimetri della colonna di mercurio nel tubo apparecchiato coll'etere non si può attribuire ad altro che alla forza elastica del vapore dell'etere, la quale preme sulla superficie del mercurio, e l'impedisce di salire alla stessa altezza di quella del tubo barometrico.

2. Se si fà circondare la sommità del tubo ove trovansi i vapori dell'etere da un'altro tubo di maggior diametro, nel quale si può mettere dell'acqua a diverse temperature, indicate da un termometro che vi è immersò, si osserva che a proporzione che la temperatura si accresce, la colonna di mercurio nel tubo si abbassa; il che dimostra che la tensione, o forza elastica del vapore si accresce a proporzione che si aumenta la sua temperatura; e pervenuti alla temperatura dell'ebollizione dell'etere, la loro forza elastica, o la loro tensione fa abbassare il mercurio nel tubo fino al livello di quello della vaschetta nel qual'è immerso. Se invece dell'etere si mette altro liquido nel tubo si osserva costantemente che il vapore da esso prodotto, giunto ch'è alla temperatura dell'ebbollizione del liquido, fa abbassare la colonna di mercurio nel tubo al livello del mercurio della vaschetta; dal che si può conchiudere, per massima generale, che il vapore, somministrato da ciascun liquido in ebollizione, ha una forza elastica da far equilibrio alla pressione atmosferica, o ad una colonna di mercurio di 28 pollici o 76 centimetri.

3. L'acqua alla temperatura dell'ebollizione dà il va-

pore ch'è capace di uguagliare la pressione atmosferica, ovvero di far equilibrio ad una colonna di acqua di 32 piedi di altezza. Questa forza si accresce colla temperatura, potendo i liquidi soffrire a temperature superiori a quelle della loro ebbollizione; di fatti essa è doppia a 122°, tripla a 135° ec.

4. Se un liquido qualunque si mette in un vase perfettamente chiuso, ancorchè si assoggetta ad una temperatura superiore a quella dell'ebbollizione del liquido in vase aperto, pure non manifesta il fenomeno dell'ebbollizione; ma se al vase si pratica un apertura, il vapore ne scappa con violenza ed il liquido si mette in ebollizione. Nella *marmitta di Papino* (Fig. 74) possono osservarsi questi fenomeni; essa consiste in un vase ben consistente di rame, ordinariamente di forma cilindrica, chiuso ermeticamente da un coverchio che vi si tiene fermo mediante viti. Nel mezzo del coverchio vi è un'apertura chiusa da una valvola, che vi è compressa da una leva caricata da diversi pesi. Allorchè si riscalda quest'apparecchio chiuso, contenendo un liquido qualunque; questo passa successivamente a temperature più alte, ed il vapore che si forma, non avendo uscita, acquista tensioni crescenti che agiscono non solo sulle pareti della marmitta, e sulla superficie del liquido in modo che l'impedisce di mettersi in ebollizione, ma benanche sulla valvola; questa venendo spinta da dentro in fuora, arriva un punto in cui la tensione o forza elastica del vapore vince la carica della valvola, ed allora si apre e dà uscita al vapore. La carica della valvola si fa di tan-

to da limitare la tensione finale del vapore, o la temperatura massima che l'apparecchio può sopportare senza rompersi; perciò si dà a questa valvola ordinariamente il nome *di valvola di sicurezza*: Qualora poi si togliesse la valvola, il vapore scapperebbe con violenza, e la temperatura interna si ridurrebbe a quella dell'ebbollizione del liquido.

5. Il fenomeno dell'ebbollizione in un vase perfettamente chiuso si può avere benanche senza dar uscita al vapore; mettendo in contatto con la parete superiore della marmitta o del vase perfettamente chiuso un corpo freddo. Questo fatto può osservarsi prendendo un fiasco di vetro pieno per metà di un liquido qualunque, che si fà riscaldare finchè si metta in piena ebbollizione; in questo stato si ritira dal fuoco, se ne tura immediatamente l'apertura, e si capovolge; si vedrà cessare immediatamente il fenomeno dell'ebbollizione per la tensione esercitata dal vapore sulla superficie del liquido; ma si manifesta di bel nuovo, avvicinando alla pancia del fiasco un corpo freddo; a questo modo il vapore soffrendo un abbassamonto di temperatura, pel contratto del corpo freddo si liquefà in parte, e la sua tensione venendo diminuita, il liquido manifesta il fenomeno dell'ebbollizione, e somministra nuovo vapore.

6. Su questo fatto poggia la teorica del condensatore di Watt, la quale può essere espressa nel seguente principio generale: allorchè uno spazio chiuso contiene un liquido col suo vapore ad una data temperatura se vi si mette in contatto un corpo mantenuto a temperatura in-

feriore, il vapore passa nella forma liquida pel contatto della superficie fredda, il che si ripete fino a che si gassifica tutto il liquido. Supponiamo uno spazio chiuso (Fig. 75.) diviso in tre parti una A che contiene acqua calda, l'altra B che comprende il vapore, e la terza C è il refrigerante; due rubinetti R ed R′, stabiliti nelle pareti laterali della parte media, servono per aprire e chiudere la comunicazione fra questa e le parti estreme; aprendosi il rubinetto R e chiudendosi R′, B si riempirà di vapori, se poi si chiude il rubinetto R e si apre R′, una porzione del vapore contenuto nella porzione B si liquefà, e nello stato di equilibrio non si avrà che una tensione corrispondente alla temperatura del refrigerante.

7. Quest' apparecchio si può ravvisare in tutte le macchine a vapore: la caldaia rappresenta la capacità A, il cilindro lo spazio B, ed il condensatore il refrigerante C. Il cilindro contiene uno stantuffo ch'è messo in movimento dalle differenti tensioni del vapore corrispondenti ai due stati di equilibrio.

Nella macchina a vapore di Watt, detta a semplice effetto, l'asta dello stantuffo è fissata mediante articolazione ad una delle estremità di un bilanciere che porta all'altro estremo un contrapeso conveniente (Fig. 76.); qualora il cilindro comunica colla caldaia, il vapore che lo riempie ha una forza elastica corrispondente alla pressione di un'atmosfera, ch' è uguale a quella di una colonna di mercurio di 76 centimetri; perciò lo stantuffo vien premuto da forze uguali, cioè da sotto in so-

pra dalla forza del vapore che corrisponde a quella di un'atmosfera, e da sopra in sotto dal peso proprio dell'atmosfera; perciò l'azione del contropeso lo fà innalzare. Giunto ch'è nella massima elevazione, la comunicazione R colla caldaia si chiude, e contemporaneamente la comunicazione R' col condensatore si apre, ed il cilindro acquista una tensione corrispondente alla temperatura del condensatore, ch'è ordinariamente di 30°; questa tensione esercitando una pressione minore di quella di un'atmosfera, viene superata dal peso della colonna atmosferica che gravita sullo stantuffo; di modo che questo si abbassa, solleva il contropeso e la resistenza che si vuole vincere, la quale fa azione all'altro estremo del bilanciere; perciò la resistenza deve essere di tanta intensità da non impedire quest'effetto.

8. Nella macchina a vapore a doppio effetto (Fig. 77) le comunicazioni sono doppie, e doppii sono i rubinetti R ed R'; le parti del cilindro separate dallo stantuffo comunicano, alternando, una colla caldaja, mentre che l'altra comunica col condensatore. Lo stantuffo da una parte viene premuto con una forza corrispondente alla tensione del vapore ch'è nella caldaja, e dall'altra parte con qnella corrispondente alla tensione del vapore ch'è nel condensatore; perciò camminerà nella direzione della pressione maggiore. Ma qualora la sua corsa è terminata in un senso, le comunicazioni si stabiliscono in un ordine inverso, ed il suo movimento ha lungo in direzione opposta. L'asta dello stantuffo traversa il fondo superiore del cilindro in una scatola a cuojo, per agire

su di una delle estremità del bilanciere, e metterlo nel caso di vincere la resistenza applicata all'altra estremità.

9. Il condensatore consiste in una cavità nella quale a dati intervalli s'immette l'acqua alla temperatura ordinaria, mediante un pomo d'innaffiatojo, liquefacendo il vapore che contiene. Allorchè s'impiega il vapore a temperatura al di sopra di 100°, che ha una forza elastica corrispendente a più atmosfere, si usa spesso di mettere in comunicazione coll'aria esteriore quella porzione del cilindro in cui la pressione deve essere più debbole; talmentechè l'aria fa da corpo freddo per condensare il vapore; nel qual caso la macchina a vapore è detta ad alta pressione. La parte superiore della caldaja della macchina a vapore ad alta pressione è fornita di una valvola caricata da pesi, come nella marmitta di Papino; la quale fa si che il vapore risulti a quella tensione che si vuole.

10. Quel tanto che abbiamo detto basta per far comprendere in qual modo la tensione del vapore può esercitare un'azione motrice; avendo presente che la forza elastica del vapore può dar luogo ad un movimento rettilineo alternativo nell'asta dello stantuffo, che con molta facilità s'inverte in movimento circolare continuo (ved. pag. 52 lez. 13 n.° 8). Quale movimento può impiegarsi o a locomotive, o a battelli, o finalmente ad animare qualunque meccanismo. Le descrizioni dettagliate de'diversi pezzi e delle diverse costruzioni delle macchine a vapore possono leggersi in opere speciali.

11. La macchina a vapore è divenuta di un'appli-

cazione estesissima ; e quantunque la sua forza non è sempre e dovunque la più economica, sotto altri rapporti è da considerarsi la più vantaggiosa : dapoichè può prodursi dovunque vi è acqua e combustibile ; se ne può accrescere l'intensità a piacere; estenderne o restringerne i limiti; e si può attivare o sospendere in corrispondenza del bisogno. Per tali motivi è da riguardarsi questa forza, se pure se ne voglia eccettuare la forza elettro-magnetica (vedi L. 30 pag. 137), come quella che più si presta ai diversi usi che un ingegno meccanico può inventare.

12. La forza elastica del vapore è stata impiegata non solo a mettere in movimento bastimenti, carriaggi, o ad animar macchine ; ma benanche si è sostituita alla polvere da sparo ne pezzi di artiglieria.

13. Il vapore per la grande quantità di calorico latente che contiene (vedi lez. 37.ª pag. 196 n. 17) s'impiega per riscaldare l'aria, essendosi costruite delle stufe a vapore; si usa benanche per riscaldare liquidi e sostanze solide, le quali verrebbero alterate dall' azione del fuoco nudo. Dippiù è impiegato spessissimo per prosciugare o disseccare diverse sostanze, che o verrebbero alterate venendo trattate diversamente, o s' incorrerebbe facilmente nel pericolo d'incendio. Il bucato a vapore presenta benanche molti vantaggi, l'apparecchio è di semplice costruzione, ed è facile il metodo a seguirsi. Il vapore è stato impiegato con profitto nell'estrazione della materia colorante dai legni ; ed i legnami da costruzione sono facilmente purgàti e curati dall 'azione del vapore.

LEZIONE 40.ª

DELLO STATO DEI METALLI IN NATURA, GENERALITA' SU I METODI DI ESTRAZIONE, LEGHE PIU' USITATE.

1. I Metalli si rattrovano per lo più nei visceri della terra frammisti a delle rocce, e più di raro nei terreni sedimentosi, nella sabbia dei fiumi, e nel fondo dei laghi. I metalli difficilmente si rattrovano nello stato puro metallico, ed allora diconsi *nativi*; in tale stato si presentano ordinariamente l'oro, l'argento, ed il platino. Il più delle volte però sono in combinazione con altri corpi e particolarmente coll'ossigeno, col solfo, o con l'ossigeno ed un acido, formando sali. I minerali metallici si trovano quasi sempre uniti ad un materiale estraneo ch'è detto *ganga*; dal che è necessario sbarazzarlo prima di ogni altra operazione, con acciaccare il minerale ed assoggettarlo a lavacri e decantazioni ripetute. I minerali metalliferi diconsi *miniere*, e la miniera sbarazzata dalla ganga è detta *matrice*.

2. L'arte di estrarre i metalli dai minerali va sotto il nome di metallurgia, e la maniera di determinare in piccolo la quantità di metallo che trovasi in una miniera, non che indagare il modo come devono essere trattate in grande, dicesi *docimastica*; essa distinguesi in docimastica per via umida, la quale consiste in una specie di analisi, assoggettando una porzioncina di matrice all'azione dei diversi reagenti chimici; ed in docimastica

per via secca, la quale consiste nell'eseguire in piccolo quello che si fà in grande per la estrazione dei metalli; principiando dal prescegliere porzione di minerale che corrisponda ad una ricchezza media, ottenerne la matrice per mezzo de' lavacri, e separarne il solfo e le altre sostanze volatili mediante arrostimento in forni opportuni; dipoi si avvanza gradatamente la temperatura fino a che vada tutto in fusione; questa ultima operazione talune volte è necessario ripeterla. Il minerale così ridotto si polverizza, e si fa fondere in unione con una sostanza che viene detta *flusso*, la quale serve ad inviluppare il metallo e preservarlo dall' azione dell' ossigeno dell'atmosfera. Ordinariamene si adopera per flusso o il risultato della fusione di due parti di tartaro di botte ed una di nitro, ovvero il sale comune. Il flusso serve non solo ad impedire l'azione dell' ossigeno atmosferico sul metallo, ed a separarne quelle porzioni di ossido che vi sono, ma benanchè a facilitare la fusione del minerale. Il metallo si ha depositato nel fondo del fornello o del crogiuolo ricoperto da un' ammasso di sostanze fragili e spongiose che sono dette *scorie*. Per altro le operazioni fin ora descritte vanno soggette a modifiche in corrispondenza delle diverse miniere.

3. I metalli diversificano pel colore, per l'odore, pel sapore; essendovene dei bianchi, dei bianchi più o meno grigiastri, dei grigi, dei rossi, dei gialli ec. Diversificano per essere più o meno malleabili e duttili, o esser più o meno frangibili; di fatti alcuni di essi assoggettati ai colpi di martello si frangono, come sono l'arsenico e

l'antimonio. Altri si distendono fino ad un certo punto senza rompersi, ma continuando a batterli si fendono, e resistono più a lungo senza screpularsi qualora si fanno roventare; altri finalmente sono duttilissimi e malleabilissimi, com'è l'oro. Diversificano benanche per la diversa durezza e tenacità ; e pel loro diverso peso specifico;essendovi il potassio che ha una densità inferiore all'acqua, qualora il platino ha un peso specifico di 21. 5.

4. Manifestano anche differenze marcabilissime i metalli allorche vengono assoggettati all'azione dei diversi agenti: di fatti tutt'i metalli possono esser fusi, vale a dire possono passare in forma liquida, nel quale stato conservano la loro opacità; ma per liquefarsi hanno di bisogno di quantità di calorico si differenti, che laddove il mercurio è liquido alla temperatura ordinaria ed anche fino alla temperatura di circa 38 gradi sotto zero, il platino non si fonde al calore lo più attivo de' nostri fornelli; e soltanto si ha in fusione, o mediante il calorico somministrato dalla fiamma del gas idrogeno animata da una corrente di gas ossigeno, o da quello prodotto da uno specchio ustorio; gli altri metalli hanno bisogno di quantità di calorico intermedie a queste per mettersi in fusione. Taluni si rammolliscono prima di fondersi, come sono il ferro ed il platino, il che fa sì che possono saldarsi dopo che si sono rammolliti al fuoco.

5. I metalli sono i migliori conduttori del calorico e del fluido elettrico; ma questa conducibilità è varia ne' diversi metalli: di fatti l'argento, il rame, e l'oro sono i

migliori conduttori: qualora il platino ed il ferro sono tra i metalli meno buoni conduttori.

6. Alcuni metalli assorbono più o meno facilmente l'ossigeno anche alla temperatura ordinaria, così il ferro si ruginisce facilmente essendo in contatto dell'aria umida, e la rugine non è che ossido di ferro; il piombo, l'arsenico, il rame, ec. perdono chi più chi meno lo sblendore metallico, e si ossidano completamente allorchè si tengono a temperature più o meno elevate per qualche tempo al contatto dell'aria. Al contrario vi sono i metalli preziosi, come l'oro e l'argento, che ancorchè esposti a temperature elevatissime non si ossidano.

7. I metalli si combinano con maggiore o minore facilità col solfo, col fosforo col carbone e con diversi combustibili semplici non metallici, formando diversi composti. L'acciajo non è che la combinazione, del ferro col carbone.

8. I metalli si combinano fra loro e formano delle *leghe*. Le leghe più usitate sono l'ottone che è composto da due parti di rame ed una di zinco; e parti uguali di zinco e rame danno una lega di un giallo più carico che dicesi *similoro*. La lega composta da 16 parti di rame, una di zinco, e 7 di platino è somigliantissima all'oro di 16 carati. Il bronzo o metallo da campane si ha unendo 75 ad 80 parti di rame con 25 a 20 di stagno. Il piombo alligato a circa il quarto del suo peso di antimonio, e talune volte, aggiungendovi poco rame da una lega usata per formare i caratteri ed i fregi tipografici. L'argento e l'oro usato si per la monetazione

che per oggetti di lusso sono sempre alligati ad una piccola porzione di rame, altrimenti sarebbero così molli da poter essere segnati dall'unghia, e non riterrebbero le forme e le impronte che se le sono date; e le diverse saldature non sono che leghe più fusibili dei metalli che si vogliono saldare. Possono benanche considerarsi come leghe metalliche le stagnature, le dorature, le argentature ec. almeno nei strati metallici che risultano dall'attacco dei due metalli.

9. Il colorito delle leghe non sembra dipendere dal colorito dei metalli allegati. Ne si può giudicare della fusibilità di una lega da quella de'metalli allegati. Pruova di ciò sono le leghe fusibili, come quella di Darcet composta di 8 parti di bismuto, 5 di piombo, e 3 di stagno; la quale fondesi al calore dell' acqua bollente in un pezzo di carta, calore ch' e molto al di sotto di quello che necessita per la fusione di ciascuna dei metalli allegati; e può rendersi più fusibile coll'aggiunzione di poco mercurio, e così forma quella lega di cui si servono gli anatomici per le injezioni, ed i dentisti per otturare i fori dei denti cariati.

10. I metalli è le leghe metalliche prestano ufficii interessantissimi all'industria agricola e manifattrice, non che all'economia domestica, ed alle arti tutte; tra essi lo più utile è il ferro. Di fatti non v'è industria in cui non si faccia uso di ferro, e gli arnesi usati nell' industria rurale, e manifatturiera, e buona parte degli arnesi domestici ce ne convingono.

METEOROLOGIA

La meteorologia e una parte della fisica che si occupa ad escogitare le cagioni produttrici dei diversi fenomeni che avvengono nell'atmosfera; come le nuvole, la pioggia, la neve, la rugiada, la grandine, i venti, gli areoliti, l'aurora boreale ec.

LEZIONE 41.ª

DELLE NUVOLE, DELLA PIOGGIA, DELLA RUGGIADA, DELLA BRINA, DELLA NEBBIA, E DELLA NEVE E GELO.

1. Le nuvole sono prodotte da una certa condensazione che subisce il gas acqueo dell'aria, formandosi in uno stato intermedio tra l'acqua liquida, e l'acqua nello stato gassoso, al quale si è dato il nome di *vapori vesciculari.* I vapori vesciculari non si formano che quando il gas acqueo trovasi frammisto ad un gas permanente.

2. Si può dar ragione della produzione delle nuvole nel modo seguente. Il calorico raggiante attraversando facilmente l'atmosfera s'imbatte sulla superficie della terra, e ne vaporizza l'acqua; i vapori acquosi essendo più leggieri dell' aria s' innalzano nelle regioni elevate ; ma in queste, trovandosi una temperatura più bassa, si raffreddano e danno luogo ai globuli vesciculari , i quali intorbidano la trasparenza dell'aria e costituiscono le nu-

vole, che percorrono lo spazio a seconda dei venti che dominano in quelle regioni; esse salgono, scendono, svaniscono, o si riducono in pioggia in corrispondenza delle variazioni di temperatura.

3. Le nuvole sono d'ordinario stabilite ad un'altezza di 600 a 1200 tese; esse però si ravvicinano alla superficie della terra allorche la temperatura si abbassa, perciò si trovano ad un' altezza maggiore in està che in inverno.

4. La massa delle nuvole prodotte in un dato luogo dipende dalla quantità media di acqua che l'atmosfera può contenere, per tal motivo deve esser maggiore nei climi caldi; il che è verificato dall'esperienza. D'altronde molte circostanze locali, come la natura ed elevazione del suolo, la vicinanza delle montagne, dei boschi, o del mare possono influire a modificarne la quantità.

5. Trovandosi le nuvole in uno stato di condensazione, un raffreddamento maggiore determina la precipitazione dei vapori vescicolari allo stato di pioggia; il modo come questo avviene non è ben conosciuto. La pioggia di raro dipende da queste sole cause, e pare che vi abbia influenza l'elettricità; dapoichè la semplice condensazione non potrebbe apportare che una lenta precipitazione dei vapori vescicolari, che si manifesterebbe o con una semplice nebbia o nuvola bassa, ovvero con una scarsa pioggia.

6. La pioggia copiosa deve esser prodotta dal concorso di diverse nuvole poste a diverse altezze, che hanno differenti temperature; essi vengono urtate l' una contro l'altra dall'azione dei venti contrarii che dominano

nelle regioni dell'atmosfera. Di fatti difficilmente piove quando regna un sol vento; e d'ordinario la pioggia avviene quando i venti nelle diverse regioni dell'atmosfera conducono le nuvole cariche di vapori ad avvicinarsi, o incontrarsi; ed è da credersi che essendo esse cariche di diversa elettricità, nel ravvicinarsi si equilibra in esse lo stato elettrico, e si mettono nel caso di non poter sostenere i vapori vescicolari, i quali cadono in forma di pioggia.

7. Si misura la quantità di acqua che cade in ogni anno per mezzo di un apparecchio semplicissimo chiamato *idrometro o pluviametro*, (Fig. 78); il quale consiste in un vase perfettamente cilindrico di lamine metalliche dell'altezza non minore di due piedi; nel di sopra di questo vase vi è un imbuto, il di cui diametro dell'apertura superiore corrisponde esattamente al diametro del cilindro; un tubo di vetro di un diametro non molto stretto parte dal fondo di detto vase s'incurva disponendosi in direzione verticale, e serve ad indicare il livello dell'acqua nell'interno del vase. Da osservazioni ripetute si è conosciuto che la quantità di acque che cade nel medesimo luogo non e la stessa in ogni anno, e che ne' luoghi più prossimi all' equatore cade più acqua che in quelli più distanti; e che si raccoglie minor quantità di acqua a proporzione che il luogo trovasi in posizione più elevata dal livello del mare. Per altro la conformazione del suolo, la natura dei luoghi vicini, ed altre circostanze persistenti, o accidentali possono influire sulla quantità di acqua piovana che vi si raccoglie. Di fatti

in Egitto piove rare volte, il che può dipendere dalla natura arenosa del suolo, il quale riscaldandosi molto per l' azione dei raggi solari si oppone alla precipitazione dei vapori vescicolari delle nuvole; al contrario nell'Abissinia le pioggie sono abbondantissime; ne' paesi montuosi cade più acqua, che nelle pianure; ed in vicinanza del mare, e ne' luoghi dominati da certi venti le piogge sono copiose.

8. *Rugiada e Brina.* La rugiada si osserva particolarmente nella stagione estiva, dapoichè l'aria nel corso del giorno caricandosi di vapori per l' azione dei raggi solari; qualora nel corso della notte avviene dispersione di calorico dalla superficie terrestre per via d'irraggiamento, non potendo essere questa perdita compensata dal calorico dei raggi solari, ne da irraggiamento de'corpi circostanti, producesi un abbassamento di temperatura più o meno grande alla superficie terrestre ed ai strati di aria che li sono in contatto; talmentecchè questi sono obbligati a deporre una porzione più o meno grande dei vapori che contenevano, i quali si accumulano in gocce sulla superficie de' diversi corpi, dando luogo alla così detta rugiada. Ben si comprende che essendo l'aria secchissima non si ha rugiada, come pure il vento, trasportando continuamente dei nuovi strati di aria in contatto del suolo, fa si che questi non giungono a raffreddarsi di tanto da condensare i vapori e deporli a forma di rugiada; ed i corpi che irragiano più facilmente il calorico si raffreddano più degli altri, e perciò si coprono più degli altri di ruggiada.

9. La quantità della rugiada dipende benanghe dallo stato igrometrico dell'aria: Di fatti allorchè il vento viene dal mare o da siti in cui vi sono molte acqne allo scoperto, e qualora concorrono circostanze che favoriscono l'evaporazione, la rugiada è abbondante; cosicchè in Egitto è copiosa quando dominano i venti di sciroc- co, e di libeccio.

10. La rugiada agghiacciandosi, per freddo intenso a cui si trovano esposte le superficie de'corpi su cui cade, formasi in ghiaccuoli e dicesi brina; il che ha luogo, spessissimo in un clima freddo nel tempo di primavera o autunno. Le brinate sono dannose agli alberi particolarmente in primavera, allora i teneri germogli pieni di succo ne vengono colpiti, e distrutti.

11. *Nebbia.* La nebbia rassomiglia ad una leggiera nuvola bassa, la quale ordinariamente osservasi nei luoghi umidi. Il calorico somministrato dai raggi solari vaporizza una porzione di acqua la quale attraversando l'aria riscaldata dai raggi solari si rende invisibile; col declinare del sole l'atmosfera si raffredda, ma la superficie terrestre trovandosi riscaldata continua a somministrare dei vapori, i quali si addensano per l'abbassamento di temperatura dell'aria durante la notte, e turbano la trasparenza dell'aria, costituendo la nebbia; questa di poi per condensamento maggiore può cadere in forma di ruggiada.

12. *Neve e gelo.* Se la condensazione dei vapori vescicolari dell'atmosfera o delle nuvole viene prodotta da un'abbassamento significante di temperatura in vece di

aversi la pioggia si ha della neve sfioccata, ammucchiandosi le vescichette acquose in piccoli cristalli stellati. Questi cristalli stellati si accumulano sussecutivamente nel corso dell'inverno, particolarmente sulle montagne elevate, ove regna quasi costantemente una temperatura bassa, formando dei strati di una spessezza e compattezza più o meno grande. I raggi solari ne sono reflessi quasi in totalità dalla loro superficie, in modo che anche nella stagione estiva non possono somministrarli quel calorico necessario per liquefarli; il che fa sì che in questi luoghi si ha soprapposizione di strati nevosi in ogni inverno. Se avviene liquefazione lo è in quelle porzioni di neve in contatto del suolo pel calorico terrestre; e per tal ragione ne suol succedere il distacco di grandi massi dalla superficie terrestre, che sdrucciolando sopra piani inclinati vanno a fermarsi nelle pianure sottoposte.

13. Le nevi reggono anche nella stagione estiva ad altezze tanto maggiori dal livello del mare a proporzione che il luogo trovasi più prossimo all'equatore. Dalle osservazioni fatte dai signori Saussure e Humboldt si ha che nell'equatore in cui la temperatura media è di 27.° centigradi le nevi perenni si rattrovano ad un'altezza dal livello del mare non minore di 4800 metri; alla latitudine di 45° in cui la temperatura media e di 10.°6 le nevi perenni incominciano dall'altezza di 2550 metri; a 62° di latitudine, essendo la temperatura media di 4° la neve trovasi all'altezza di 1750 metri; ed a 65° di latitudine, essendo la temperatura media a o.° la linea nevosa è all'altezza di 900 metri.

LEZIONE 42.ª

DEL LAMPO E DEL TUONO, DELLE TROMBE, DEGLI AREOLITI, DELL'AURORA BOREALE, DEI FUOCHI DI S. ELMO, E DEI PARELII O FALSI SOLI.

1. Il lampo ed il tuono sono prodotti da azione elettrica esercitata nell'atmosfera, qualora nuvole cariche di diverse elettricità si dispongono in modo da poter esercitare azione elettrica vicendevole; ovvero una di esse essendo carica di diversa elettricità delle montagne o de' punti elevati sottoposti, vi si avvicina di tanto da esercitarvi azione elettrica. La riunione delle due elettricità accumulate da luogo ad una luce elettrica accompagnata da una pioggia il di cui fragore è in corrispondenza della massa di elettricità in azione. Il lampo si osserva di tanto prima del tuono quando più l'azione elettrica avviene a maggiore distanza dal luogo dell'osservatore; percorrendo la luce lo spazio con velocità maggiore del suono. Ed è da avvertirsi però che il fluido elettrico si trasmette con velocità maggiore della luce.

2. Il tuono presenta talune particolarità di cui è difficile darne una spiegazione completa. Non si sente un solo colpo, ma d'ordinario un romorio che si va progressivamente indebolendo; e talune volte si hanno diversi colpi di uguali intensità. Il romorio progressivo può dipendere dacchè la scarica elettrica avvenendo in uno spazio bastantemente esteso nell'atmosfera, lo scop-

pio dai diversi punti non perviene all'orecchio nello stesso tempo; tanto più se deve attraversare strati di diverse densità. Per dar ragione della successione di diversi colpi di uguali intensità, si può dire che l'ineguale conducibilità delle nuvole divide la scarica totale in un seguito di scariche parziali.

3. Gli effetti del fulmine sono gli stessi di quelli prodotti dal passaggio istantaneo di una forte scarica elettrica a traverso dei corpi. Di fatti il fulmine bruggia , fonde , o dissipa ridotti in polvere tenuissima i metalli che investe , vetrifica o frange le superficie delle rocce su cui s'imbatte, priva di vita gli animali , mette in fiamma i corpi combustibili, come la paglia , la polvere da spara ec ; squarcia o fende i corpi che non li permettono un facile passaggio, per invadere altri dotati di maggiore conducibilità ec. Esso percorre non sempre la via più breve, ma quella in cui incontra dei corpi migliori conduttori del fluido elettrico; cosicchè percorre nell' atmosfera in linee spezzate ed angolate, per seguire le porzioni di aria più cariche d' umidità. Finalmente trascina con se delle porzioni di corpi pe'quali trascorre, e li deposita nei corpi in cui si discarica.

4. *Trombe.* Talune volte durante la stagione autunnale o nei principj dell'inverno essendo il cielo nuvoloso , scorgesi una densa nuvola che si allunga verso la terra , o verso il mare conformandosi a guisa di un cono rovesciato, la di cui base è in alto ed il vertice in basso; qualora questa meteora avviene in mare, il vertice discende nell'acqua e la solleva in vortice, formando

un' altro cono ascendente, che ha la base nel mare e l'asse nella prolungazione di quello del cono superiore rovesciato. Questa meteora, che chiamasi *tromba*, apporta i più grandi disastri; dapoicchè cammina con molta velocità, inviluppando e trasportando tutto ciò che incontra; come alberi, fabbriche, ec., depositandoli ove si scioglie in una copiosa pioggia di acqua o di grandine.

5. Le trombe si credono originate da impetuose correnti di aria dirette in senso opposto, animate da tanta forza che imprimono un movimento vorticoso a tutto ciò che incontrano. Vi deve essere una influenza elettrica senza di che non si potrebbero spiegare i grandi disastri che producono; tanto più che la loro apparizione è per lo più accompagnata da scariche elettriche.

6. *Areoliti.* La caduta delle pietre dall' aria è un fatto incontrastabile. Ma sono esse lanciate da vulcani lunari, come taluni hanno pensato?. Avendone calcolata benanche la forza di projezione necessaria per passare dal dominio dell'attrazione lunare alla terrestre, che si valuta quadrupla di quella prodotta da circa sei rotola di polvere nello spingere una palla di cannone; ovvero, come altri pensano, sono essi frantumi di pianeti spinte nell'atmosfera con somma velocità, e che nell' incontro tra loro s' infiammano si ammassano e cadono pel proprio peso? Questa quistione non può decidersi nello stato delle attuali cognizioni.

7. Gli areoliti sottomessi ad analisi da diversi chimici si sono trovati composti da silice, ferro in parte ossidato, manganese, solfo, cromo, e piccola porzione di cobalto.

8. *Aurora boreale*. L'aurora boreale apparisce nel nostro emisfero dal lato nord tendente un poco verso l'ovest; essa vedesi ben di raro nel nostro clima, ma è più frequente ne'siti più prossimi ai poli; talmentecchè nelle alte latitudini si mostra in un modo così regolare e permanente che supplisce alla mancanza della luce solare nelle notti lunghissime di quei luoghi. Questa meteora ordinariamente manifestasi dopo il tramonto del sole; osservandosi nelle grandi aurore boreali come una nebbia luminosa, che in tempo di calma ha la forma di un segmento di cerchio la di cui parte convessa è in alto, ed è terminato da archi concentrici separati da bande oscure, da cui si emettono degli slanci di luce diversamente coloriti. Il fenomeno si mostra nella sua massima grandezza, qualora il segmento ha acquistato la sua maggiore estensione; manifestandosi nel *zenit* (1) una corona infiammata che figura da centro, verso di cui si dirigono tutt'i movimenti; di poi diminuisce gradatamente concentrandosi la luce verso il nord, e finalmente dispare. Nell'emisfero australe si osserva altrettanto nel polo sud, che potrebbe dirsi aurora australe.

9. Differenti ipotesi si sono immaginate per ispiegare questo fenomeno. Per altro la maggior parte de'fisici pensano col signor Arago che vi è un rapporto intimo tra le cause dell'aurora boreale e quelle del magnetismo terrestre; osservandosi costantemente nell' apparizione di questa meteora, dei movimenti irregolari nell'ago ca-

(1) Zenit è quel punto del cielo ch'è nella direzione della linea a piombo o verticale menata per la testa dell'osservatore.

lamitato; talmentecchè adesso l'agitazione dell'ago si tiene come indizio quasi sicuro dell'apparizione di questo meteora, la quale se non è apparente da quel dato sito è osservabile altrove. Questo dimostra chiaramente un rapporto intimo tra questo fenomeno e quello del magnetismo terrestre; ed è presumibile che l'aurora boreale al pari del magnetismo dipenda da azione elettrica.

10. *Aloni e fuoco di S. Elmo.* Gli aloni sono corone luminose quasi circolari che si mostrano alcune volte intorno al sole ed alla luna. Gli aloni del sole presentano il più delle volte i colori dell'iride, portando il rosso nel di dentro e l'indaco al di fuora. Negli aloni della luna non si è mai osservata diversità di colorito.

11. Cartesio credè che gli aloni fossero prodotti da piccole stelle di neve; Huyghens da piccole sfere di neve; finalmente Mariotte da piccoli cristalli prismatici di ghiaccio, il di cui angolo refringente è di 60.° Il signor Arago ha provato che l'ipotesi di Mariotte è conforme alla verità.

12. Il fuoco di S. Elmo si osserva in mare in tempo burascoso sotto forma di una debole fiamma scintillante di color violetto, situata nella sommità delle antenne dei bastimenti. Si crede prodotta tale meteora da comunicazione dell'elettricità atmosferica.

13. *Parelli o falsi soli.* È questa è una meteora che consiste nell'apparizione di diverse immagini del sole, poste sull'orizzonte alla stessa altezza del sole, congiunte tra loro da un cerchio bianco parallelo all'orizzonte. Le immagini del sole che sono dal lato del vero

sole presentano ordinariamente i colori dell'iride, e talune volte questi colori si estendono sulle porzioni contigue del cerchio; le immagini situate nel lato opposto sono sempre di un sol colore.

14. Huyghens diede una spiegazione plausibile dicendo che questa meteora dipende da refrazioni e riflessioni dei raggi luminosi che s'imbattono in ghiacciuoli di forma quasi cilindrica, disposti in posizione verticale; i quali sono formati da un nocciuolo opaco ricoverto da strati trasparenti.

LEZIONE 43.ª

TEMPERATURE DEI DIVERSI CLIMI, TEMPERATURE A DIVERSE PROFONDITÀ, E A DIVERSE ALTEZZE DALLA SUPERFICIE DELLA TERRA; E TEMPERATURA DELLE SORGENTI, DEI LAGHI E DEL MARE.

1. *Temperature dei diversi climi linee isoterme, zone isoterme*— Da ripetute osservazioni termometriche fatte in uno stesso luogo si deduce la temperatura media di quel dato luogo. L'esperienza ci ha istruiti che per avere la temperatura media di un giorno, in un luogo dato, basta prendere la temperatura media di tre osservazioni fatte una al sorgere del sole, la seconda due ore dopo mezzogiorno, e la terza al tramontare del sole; ovvero prendere la media della temperatura massima e della minima tra le temperature osservate nello stesso giorno.

2. La temperatura media di ciascun anno è sensibilmente la stessa della temperatura media dei mesi di ottobre ed aprile ; e si può dedurre prendendo la media tra le temperature osservate nei diversi giorni dell'anno alla medesima ora ; quale ora varia in corrispondenza della latitudine dei diversi luoghi.

3. La temperatura media di ciascun giorno è l'elemento principale di queste ricerche ; il processo lo più espediente, e forse anche lo più esatto per avere questo dato fondamentale consiste a determinare la più grande e la più piccola temperatura di ciascun giorno; pel che può essere utilissimo il *termometro a massimo e minimo*, la di cui costruzione più semplice è quella di Rutherfort ; la quale consiste in due termometri graduati colla stessa scala, fissati sulla stessa lamina, ed in modo che le loro aste sieno disposte in posizioni orizzontali (Fig. 79); il termometro a massimo, ch'è ordinariamente situato in alto, è a mercurio, è quello a minimo è ad alcool. Il termometro a mercurio racchiude un piccolo cilindro di ferro, sostanza che non è bagnata dal mercurio, e quello ad alcool un simile cilindro di smalto ch'è bagnato dall'alcool; questi due cilindretti servono d' indice, ed hanno un diametro un poco più piccolo del calibro interno dei tubi de' termometri. Il termometro a mercurio marca la massima temperatura che si è avuta in tutto il tempo dell'osservazione , stantecche l' indice di ferro è spinto dal mercurio in avanti, ove rimane allorchè il mercurio si restringe abbassandosi la temperatura; il termometro ad alcool serve per indicare la più

bassa temperatura che vi sia stata; dapoicchè lo spirito di vino restringendosi trascina con se il cilindro di smalto posto nella sommità della colonna liquida, e nel dilatarsi oltrepassa il cilindro senza spostarlo. Dopo che si è osservata la temperatura massima e minima che vi è stata in quell' intervallo di tempo, nel quale i termometri sono stati abbandonati a se stessi, per rimettere l'apparecchio nel caso di marcare le temperature massime e minime dei periodi susseguenti, basta situarlo in modo che i tubi sieno in posizioni verticali, e darvi una leggiera scossa, acciò il cilindro di ferro ricada sul mercurio e quello di smalto rimonti sulla superficie dell'alcool.

4. Su di uno stesso meridiano la temperatura media diminuisce andando dall' equatore ai poli, e su di uno stesso parallelo la temperatura media minora a proporzione che uno trovasi più elevato dal livello del mare; in modocchè la latitudine e l'altezza dal livello del mare sono due cause generali che determinano la temperatura media di ciascun punto del globo; ma l'influenza di queste posizioni viene modificata da una quantità di circostanze locali e accidentali; tali sono la diversa distanza dal mare, la prossimità delle montagne, la natura del suolo, il suo modo di coltura, la sua inclinazione, e l'esposizione del sito che favorisce o impedisce taluni venti ed altri fenomeni atmosferici; tutte queste cagioni secondarie, costanti o variabili, sono al caso di modificare la temperatura prodotta in corrispondenza delle cause generali.

5. Or se per li diversi punti della superficie terrestre, i quali godono della stessa temperatura media, si suppone menata una linea, questa si dirà *linea isoterma*; così la linea isoterma che passa per la città di Napoli non coincide col parallelo di Napoli, essendo irregolare e sinuosa passando per punti in cui la latitudine è diversa di quella di Napoli. Lo spazio compreso tra due linee isoterme chiamasi *banda* o *zona isoterma*: così la zona isoterma tra 10° e 15° è quella compresa tra le due linee isoterme, una delle quali passa per i punti che hanno la temperatura media di 10°, e l'altra per quei che hanno la temperatura media di 15°.

6. L'emisfero boreale dividesi in sei zone isoterme; la prima zona è compresa tra le linee isoterme di 30° e 23°. 5, che corrisponde alla zona torrida; la seconda è compresa tra le linee isoterme di 23°. 5 e 20°; la terza quella tra 20° e 15°; la quarta tra 15° e 10°; la quinta tra 10° e 5°; è la sesta tra 5° e 0°. La città di Napoli la di cui temperatura media è di 19°. 5 è posta nella 3.ª zona isoterma.

7. Il clima dipende dalla temperatura media dell'anno, e dalle variazioni che possono provare la temperatura dei giorni, dei mesi, e delle stagioni; talmentecchè dicesi *clima bruciante* quello della zona torrida; *caldo* quello della seconda zona; *dolce* quello della terza; *temperato* quello della quarta; *freddo* quello della quinta; e *freddissimo* quello della sesta. Qualora in un sito non osservasi una differenza significante nella temperatura dicesi di *clima costante*; all'opposto di *clima variabile* qualora si hanno grandi differenze.

8. *Temperature a diverse profondità dalla superficie del suolo*. Le osservazioni istituite dal celebre Cassini e continuate da Bouvard per più di mezzo secolo nelle cave dell'osservatorio di Parigi hanno dimostrato che la temperatura di queste cave non ha subita in questo intervallo di tempo cambiamento al di la di 0.25 di grado al di sopra o al di sotto di 11°. 82; e questa leggiera variazione si crede dipendere da tenue correnti di aria in questi sotterranei, prodotte da cagioni accidentali. Quantunque queste osservazioni sieno state fatte in questo solo punto; ma perchè il fenomeno si mostra con tanta regolorità da non potersi considerare come accidentale e limitato a quel solo punto; perciò si crede che in tutt'i siti vi è un punto al di sotto del suolo in cui la temperatura resta costante, qualunque siano le variazioni estreme che avvengono alla superficie della terra. Una superficie che passa per li diversi punti in cui la temperatura è invariabile chiamasi *strato invariabile*; or siccome i punti di temperatura invariabile sono a differenti profondità nei diversi luoghi, perciò lo strato invariabile non ha una curvatura regolare.

9. Da gran tempo si è osservato che la temperatura nei cavi delle miniere va crescendo colla profondità ; e fra gli altri il signor Gensanni fin dal 1740 esaminò la temperatura a diverse profondità nei cavi delle miniere di piombo di Giromagni ed ottenne i seguenti risultati.

Metri di profondità	101,	206,	308,	433.
Gradi centigradi	12°.5,	13°.1,	19°,	22°.7

10. Il signor Saussure nel 1788 fece sperimenti ana-

loghi nel cantone di Berna, ed ottenne i risultati seguenti.

Profondità in metri	108,	183,	220
Gradi centigradi	14°.4,	15°.6,	17°.4.

11. Da memoria pubblicata del signor Cordier nel 1827 si ricavano le seguenti conseguente 1.° Al di sotto dello strato invariabile la temperatura in ciascun punto resta costante e senza minima variazione pel corso di anni. 2.° L'accrescimento di temperatura a diverse profondità va soggetta a risultati differentissimi in corrispondenza dei diversi luoghi; di fatti per avere l'accrescimento di un grado di temperatura da quella del suolo bisogna discendere 28 metri presso l'osservatorio di Parigi; 40 metri nella Brettagna ed in diverse miniere di Sassonia; 26 metri nella Svizzera; e circa 25 metri in Cornovaglia ed in diversi punti di America.

12 Questo progressivo accrescimento di temperatura a diverse profondità non si può attribuire alla presenza degli operai o ad altra cagione accidentale, essendosi osservato allo stesso modo in cavi abbandonati da lungo tempo; e si crede da taluni che dipende dall'azione calorifica più energica che il sole in tempi remoti ha esercitato sulla terra; da altri si attribuisce a sviluppo di calorico nelle combinazioni chimiche che si effettuiscono a profondità più o meno significanti, del che fan mostra i vulcani; molti altri poi lo fanno derivare da un fuoco centrale, o da un calore primitivo che la terra godeva nella sua origine e che attualmente si conserva a grandi profondità, dissipandosi negli strati superficiali a seconda delle diverse circostanze locali.

12. *Temperature a diverse altezze dalla superficie terrestre*. È da tutti conosciuto che la temperatura dell'atmosfera decresce a proporzione che si va più in alto, del che ne abbiamo pruova irrefragabile nelle nevi perenni che covrono le alte montagne, come le Alpi ed i Pirenei nel clima temperato, ed il Chimborazo, ed i vulcani di Cotopaxi e di Antisana nella zona torrida quasi immediatamente sotto la linea equatoriale.

13. Da gran tempo i fisici si sono occupati a cercar la legge di questo decrescimento, ed indagarne la cagione produttrice. Il signor Humboltd ha fatto un grandissimo numero di osservazioni nelle Andes di Quito e verso l'estremità boreale della zona torrida nelle Cordigliere del Messico, dalle quali ha dedotto, che il decrescimento di temperatura non è uniforme, ed il più piccolo possibile è tra 100 e 3000 metri di altezza, perchè sull'equatore questo strato di atmosfera è la regione abituale delle nubi, le quali assorbono in maggior quantità il calorico solare, e perciò sono meno raffreddati degli strati atmosferici superiori formati da un'aria più pura e più trasparente.

14. *Temperatura delle acque nelle sorgenti*. La temperatura delle sorgenti di poco varia nelle diverse stagioni dell'anno; nel nostro emisfero segnano la temperatura più alta verso il mese di settembre, e la più bassa verso il mese di marzo, e la differenza tra questi due tempi è di uno o due gradi; nella zona torrida la temperatura media dell'aria è in generale un poco più alta della temperatura media delle sorgenti; ma nella

zona temperata avviene il contrario, le acque delle sorgenti sono più calde dell'aria, e quest'eccesso diviene in generale crescente colla latitudine; talmentecchè fra la latitudine di 60° a 70° sorpassano di tre a quattro gradi centigradi la temperatura dell'aria.

15. Nelle sorgenti non termali esse portano presso a poco la stessa temperatura dello strato terrestre da cui hanno origine, il che è dimostrato dalle osservazioni fatte su i pozzi artesiani, dando essi l'acqua ad una temperatura corrispondente a quella dello strato da cui ha origine; talmentecchè il signor Arago si è servito di questo principio per trovare la temperatura della terra a diverse profondità, ed inversamente giudicare della profondità dell'origine di una sorgente o di un pozzo artesiano dalla temperatura delle sue acque.

16. Per la temperatura delle sorgenti termali che tante volte è prossima a quella dell'ebbollizione, non è deciso ancora se dipende dalla grande profondità della loro origine, o da qualche circostanza particolare degli strati terrestri che attraversano. In diversi punti del globo e particolarmente in prossimità dei vulcani in attività o semiestinti vi sono sorgenti termali, ed un esempio ce l'offrono le sorgenti di Pozzuoli e d'Ischia; queste come le eruzioni di acqua e di gas meritano l'attenzione dei mineralogisti e dei geologi.

17. *Temperature dei laghi e delle riviere*. Nella stagione calda due cause concorrono ad innalzare la temperatura degli strati superiori dell'acqua dei laghi e delle riviere, cioè il contatto dell'aria calda, ed il calorico

solare; questi strati si mantengono nella parte superiore, non ostante le agitazioni che possono soffrire, essendo meno densi dei sottoposti; perciò nell'està e nell'autunno la temperatura dell'acqua dei laghi particolarmente dev'essere costantemente decrescente colla profondità; il che è conformato dall'esperienza.

18. Nella stagione fredda gli strati superiori si raffreddano benanche per due cause; cioè pel contatto dell'aria fredda e per irraggiamento prodotto particolarmente nelle ore della notte; questi strati raffreddati divengono più densi e cadono nel fondo, e sono rimpiazzati da strati più caldi, perchè meno densi. Questo esercizio si continua fino a che tutta la massa dell'acqua riducesi alla temperatura di $+4^{\circ}.108$, stato della sua massima densità; ulteriore raffreddamento negli strati superiori rendendoli meno densi, non li fa cangiar posto, talmentecchè col progressivo raffreddamento giungono a congelarsi; perciò la congelazione principia sempre alla superficie, e penetra con lentezza negli strati sottoposti.

Per la congelazione dell'acqua dei fiumi in tutta la loro estensione vi bisogna un freddo intenso e di lunga durata, potendo questo fenomeno variare per l'altezza, velocità, e profondità delle acque.

19. *Temperatuta dei mari, e della formazione dei ghiacci polari.* Da osservazioni fatte in questi ultimi anni da abilissimi navigatori nei mari equatoriali e polari si è conchiuso che nei mari a grandi distanze dalle coste la temperatura dell'aria va soggetta a minori variazioni che sul continente: di fatti nei mari equatoriali

questa variazione non è che di un grado, o al più due, mentre che sul continente giunge a 5° o 6°, e nelle ragioni temperate tra 25° e 50° di latitudine questa variazione non è più di 2° o 3° qualora sul continente arriva talune volte a 12° o 15°.

20. Fra i tropici e positivamente tra la latitudine di 0° e 20° nord e sud il capitano Duperrey ha fatto numerose osservazioni per confrontare la temperatura della superficie dei mari con quella dell'aria, e fra 1850 osservazioni fatte ha trovato 1371 volte il mare più caldo dell'aria, 479 volte l'aria più calda del mare. Nelle latitudini più alte, tra 25° e 50°, l'aria non è che rarissime volte più calda della superficie delle acque; e nelle regioni polari sempre si trova l'aria più fredda del mare.

21. Esaminando la temperatura del mare alla superficie ed a diverse profondità si sono dedotte le seguenti conseguenze: 1.° Fra i tropici la temperatura diminuisce progressivamente colla profondità: 2.° Nei mari polari la temperatura cresce colla profondità: 3.° Nei mari compresi tra le latitudini di 30° e 70° la temperatura è tanto meno decrescente a proporzione che si va a latitudini più elevate, ed in prossimità della latitudine di 70° la temperatura comincia a divenire crescente colla profondità.

22. Dell'abbassamento di temperatura alla superficie delle acque si hanno i ghiacci eterni che covrono le regioni polari, e d'ordinario formano piani estesissimi di tre o quattro cento leghe quadrate, che talune volte

hanno una conformazione pittoresca. I movimenti delle correnti, dei venti e delle onde, riducono il più delle volte un campo di ghiaccio in pezzi di 100 o 200 metri quadrati, che si urtano con tanta forza da produrre uno strepito spaventevole; e guai a quei bastimenti che incontrano, del che disgraziatamente ve ne sono esempii funestissimi. A tale sventura vanno soggetti più spesso quei che si danno alla pesca delle balene, preferendo questi cetacei la loro dimora nei mari posti tra la latitudine di 70° e 80°.

LEZIONE 44.ª

CONSIDERAZIONI SU I VULCANI, SU I TREMUOTI, E SULLE ELEVAZIONI DEI DIVERSI PUNTI DEL SUOLO.

1. La temperatura interna del globo e l'esame di una quantità di fenomeni ci autorizzano a pensare che la Terra consista in una massa incandescente e fusa, ricoverta da una crosta solida di una certa spessezza. Questa crosta aprendosi in diversi luoghi mette in comunicazione l'interno coll'esterno, e manifesta il fuoco centrale alla superficie, producendo una serie di fenomeni più o meno diversi, e più o meno intensi. L'effetto e la causa sono stati confusi sotto il nome di *vulcani*, quantunque adesso si da il nome di *focolare* al punto interno da cui ha origine la potenza vulcanica, e quello di *eruzione* all'insieme dei fenomeni che sono il risultato di questa forza.

2. Le eruzioni ordinariamente consistono in un abbondante sviluppo gassoso, spingendo fuora materie sabbionese e polverulenti, massi di pietre solide o semifuse, correnti incandescenti di materia pastosa che si solidifica pel raffreddamento; e queste espulsioni sono quasi sempre accompagnate da fiamma, da calore, da colpi sotterranei, e da tremuoto.

3. Per lo più i vulcani si aprono sulle sommità delle montagne, che vengono ricoperte da sostanze scoriacee da essi vomitate; le quali accumulate il più delle volte costituiscono altro monticello, che ne accresce di molto l'altezza, in mezzo del quale vi è l'apertura che comunica col focolajo. L'espulsione rapida delle materie pulverulenti fa si che le materie lanciate ad una certa altezza non ricadono perfettamente nell'orificio; talmentecche producesi un fosso rotondo che presenta la forma di un imbuto o cono rovesciato, a cui si è dato il nome di *cratere*. La materia fusa vomitata dai vulcani, perchè fluisce come una sostanza liquefatta, porta il nome di *lava*, e conserva questo nome ancorchè solidificata pel raffreddamento.

4. Non sempre tutte queste circostanze e queste forme esteriori si presentano nei vulcani; potendo le eruzioni avvenire per una semplice fenditura o ai fianchi di una montagna, o nel mezzo di un piano; come pure può avvenire eruzione senza scosse, e senza lave, ma giammai senza sviluppo di calorico e materiali gassosi: Di fatti si osservano certe eruzioni o di acqua calda, o di semplice materiale gassoso che s' infiamma sul cratere.

5. Nei periodi in cui i vulcani sono in un certo sopore si emettono da fenditure vapori biancastri che si dissipano nell' aria, o sì ergono in colonne; ma qualora i vulcani si dispongono ad una grande eruzione la scena cambia, e segni certi annunziano l' apparizione del fenomeno.

6. I primi indizii sono dei colpi sotterranei, che si fan sentire da lontano, e scuotono il suolo di una maniera sensibile; contemporaneamente il fumo apparisce alla sommità di un colorito più fosco dell' ordinario, e monta a grandi altezze qualora non è disturbato dal vento. Dipoi si hanno scosse più o meno violenti che risuonano nelle montagne vicine accompagnate da getti di luce.

7. Allo sviluppo di denso materiale gassoso e vaporoso, che ingombra il più delle volte le montagne vicine, associasi un fetido odore, e l'elettricità atmosferica mettesi in azione intorno al cratere onde rendere lo spettacolo più orroroso e più imponente.

8. Di poi pietre roventi sono lanciate ad altezze immense, che si distinguono dalla loro luce che tramandano tra densi vapori, e ricadono animate da un rapido movimento di rotazione, cagione principale di quella forma che conservano raffreddandosi; nuvole di cenere slanciate dal cratere sono trasportate dal vento a distanze significanti. Tutti questi fenomeni ben presto s'ingrandiscono, e la lava, che prima era limitata nel cratere, si fa strada fondendo le materie che l'arginavano, sbocca e si precipita come un fiume di fuoco la

di cui sorgente sembra perenne. La rapidità del corso della lava è determinata dal grado d' inclinazione del pendio che percorre ; allargandosi , e restringendosi in corrispondenza delle modificazioni del suolo. Essa urta contro gli ostacoli che incontra , sormonta le irregolarità, mettendo in combustione gli alberi , e invadendo le città e le campagne coltivate; ricovrendole di una crosta pietrosa dura e compatta. Niente v'è di più magnifico e di più commovente che l'osservare questo spettacolo di notte. Dopo un tempo più o meno lungo la sorgente del fuoco minora, l'emissione vaporosa si fà meno agitata, e tutti gli anzidetti fenomeni minorano progressivamente; finalmente cessano. Restando l'emissione del fumo da alcuni spiragli , quasi che indicasse che un possente agente è assopito , e che un giorno risvegliandosi è al caso di apportare nuovi disastri.

9. Questo è un cenno su i fenomeni generali che presentano le eruzioni vulcaniche ; l' esame circostanziato di ciascuna eruzione nei diversi vulcani può aversi colla lettura di opere speciali , e particolarmente dell' opera del Professore Girardin intitolata *Considerations générales sur les volcans*.

10. Le bocche dei vulcani non sono disseminate dall' azzardo sulla superficie del globo ; dapoichè il fuoco centrale cerca di farsi strada nei punti in cui la crosta è più debbole ed offre minore resistenza , o dove circostanze particolari ne rendono più facile l' emissione.

11. Il numero dei vulcani conosciuti in tutto il Globo ascende a circa 303 ; dei quali 24 sono in Europa

cioè, 4 sul continente e 20 sulle isole; 11 nell' Africa cioè 2 sul continente e 9 sulle isole; 46 nell' Asia, de' quali 17 sul continente e 29 sulle isole; 114 in America, di essi 86 sul continente e 28 sulle isole; e finalmente 108 nell'Oceania.

12. L' azione vulcanica non è un fenomeno locale, ma è una gran potenza che agisce continuamente modificando la crosta esteriore del globo, i di cui effetti non sono sensibili che a certe epoche in cui si manifestano con un apparenza imponente; ed il signor Humbold definisce quest'azione, essere l'influenza che esercita l'interno di un pianeta sul suo inviluppo esteriore, nei differenti stadii del suo raffreddamento. Di fatti quest'azione interna è la causa primitiva dei vulcani, dei tremuoti, e dell'innalzamento dei diversi punti della crosta terrestre.

13. È da credersi, che il raffreddamento dello strato superficiale terrestre, primitivamente incandescente, ha prodotta la condensazione della massa gassosa che inviluppa la Terra, questa esercitando un'azione chimica più intensa, bruciando ed ossidando i corpi posti alla sua superficie, ne ha formata una crosta la di cui spessezza si accresce progressivamente. E non ostante ch'essa impedisca l'azione diretta dell'acqua e dell'aria su i corpi sottoposti, pur tutta volta l'ossidazione di questi continua insensibilmente per un effetto quasi simile alla cimentazione dell'acciajo; comunicandosi l'ossigeno dai strati superiori ossidati ai strati non ossidati, continuandosi così l'ossidazione fino ai strati più interni. A pro-

porzione che questa trasmissione si opera, un raffreddamento lento e successivo si propaga da strati a strati, a proporzione che l'ossidazione s'inoltra.

14. Ammettendo questa ipotesi, per nulla in opposizione alle osservazioni, bisogna ammettere una zona di azione la di cui profondità va crescendo progressivamente, apportando una minorazione insensibile di aria e di acqua, la quale s'infiltra o viene assorbita dai strati ossidati; e devono esistere due strati di azione soprapposti l'uno all'altro per i due agenti, non potendo l'acqua penetrare ai strati sottoposti prima che l'aria non vi abbia esercitata tutta la sua azione. I risultati di queste azioni sono materie solide ossidate, e delle emanazioni gassose le quali scappano dai vulcani diversamente modificate.

15. Mediante quest'azione chimica continuata e progressiva, associata ad azione dinamica prodotta dal raffreddamento progressivo della crosta terrestre, che restringendosi sempre di più si rende incapace a contenere la massa interna fluida o pastosa, si determinano dei sollevamenti o delle aperture per le quali le materie montano con impeto maggiore o minore in corrispondenza delle intensità delle forze dinamiche e chimiche; e queste modificazioni che avvengono nella crosta terrestre sono accompagnate da scuotimenti più o meno estesi, e d'intensità varie.

16. *Dei Tremuoti*. Le diverse parti del nostro pianeta van soggette a delle scosse più o meno violenti, che il più delle volte producono accidenti più o meno funesti. Questi fenomeni, che si chiamano tremuoti, so-

no più frequenti nelle isole che ne continenti, più nei siti marittimi che nell'interno de'continenti, e più nei luoghi prossimi all'equatore che in quelli in vicinanza de'poli.

17. Si è osservato che i tremuoti si fanno sentire principalmente ne'paesi coverti da vulcani estinti o poco attivi; e nei luoghi in prossimità dei vulcani in attività, precedono o accompagnano le eruzioni ; perciò le cagioni sembrano intimamente legate a quelle dei vulcani.

18. I tremuoti hanno la possanza di scuotere una parte della crosta solida che riveste il nostro pianeta con una forza capace di fender in vario modo il terreno, di sollevarlo, e di diroccare palazzi e città; ne si conosce quale influenza hanno sull'atmosfera. Si è osservato che i tremuoti succedono il più delle volte ad annate piovosissime, e qualche volta sono preceduti o seguiti da oragani, da meteori ignee, e da vapori che sortono dalla terra. Nel manifestarsi quest'orribile fenomeno l'aria e rossa e come infiammata, il cielo coverto da dense nuvole nere, si sente un romorio sotterraneo; gli animali soffrono e si lamentano, gli uccelli gridano e si agitano, le sorgenti si arrestano o si turbano, il mare mugisce e si solleva in un modo brusco e furioso inondando i paesi marittimi, ritirandosi dipoi tutto ad un tratto; i bastimenti si urtano scambievolmente ne porti, e trovandosi in alto mare soffrono delle scosse istantanee e violenti come se fossero investiti in uno scoglio.

19. I tremuoti non determinano sempre la stessa specie di movimento; essendo talune volte ondulatorii più

o meno violenti, i quali apportano la massima distruzione; altre volte si manifestano con semplice trepidazione, come se la terra fosse scossa in un sol punto. Si è però sempre osservata con somma sorpresa la rapidità prodigiosa, con la quale le commozioni sotterranee si comunicano dal loro centro di scuotimento fino a distanze di centinaja di miglia.

20. I tremuoti alcune volte sono momentanei, spesso si ripetono per un numero di volte maggiore o minore, anche per settimane o mesi, e talune volte sono periodici per taluni luoghi. E pur troppo lagrimevole il ricordare a questo proposito le catastrofe delle Calabrie che ebbero principio in febbrajo 1783, e durarono circa quattro anni fino al 1786; il numero delle scosse che ebbero luogo nel 1783 furono 949, delle quali 501 furono della maggiore intensità, e nell'anno seguente 151, tra queste 98 più intense. Oppido ne fù il centro di scuotimento, ed i paesi racchiusi nella circonferenza di circa 22 miglia di raggio da questo punto soffrirono i maggiori disastri; nel 5 febbrajo 1783, la maggior parte degl'edificii posti nelle città e paesi, che si estendono dalla parte occidentale degli Appennini nella Calabria ulteriore fino a Messina in Sicilia, furono rovesciati in meno di due minuti; il suolo fu scosso in tal maniera, che in molti punti si gonfiò in altri si abbassò, dando luogo a delle crepacce di estensioni ben lunghe; sommergendo, ed ingojando gruppi di abitazioni ed estensioni di terreni, formando laghi, e stagni che prima non esistevano; distruggendone altri

prima esistenti, talmente chè in breve tempo si vide cangiata totalmente la superficie di quella regione.

21. Le cause produttrici dei tremuoti sembrano essere le stesse di quelle che danno origine ai vulcani, dipendenti da ineguale raffreddamento fra la crosta e l'interno del globo. E da avvertirsi che nei luoghi in vicinanza dei vulcani sono meno a temersi tremuoti fintantocchè essi non cessano di dar fiamme o fumo.

23. *Delle elevazioni dei diversi punti della superficie terrestre.* Da quel tanto che abbiamo detto intorno ai vulcani ed ai tremuoti, pare che non possa mettersi in dubbio l'esistenza di forze nell'interno del nostro pianeta, che da tempo in tempo manifestano la loro azione alla superficie. Di fatti spesso si sono vedute sorgere delle nuove isole in mare, e delle nuove montagne in mezzo dei piani; ed altre esistenti sparire venendo ingojate in un sol tratto; talmente che la superficie della terra ha subito, e subisce delle modificazioni continue; e possiamo credere che la maggior parte delle montagne e delle grandi catene montuose sieno state prodotte allo stesso modo in epoche diverse. E quantunque certe vallate sembrano prodotte dalle acque correnti, pure è presumibile che una fessura prodotta da una dislocazione anteriore abbia determinato i punti di erosione, e tracciato il cammino del corso di acqua.

24. Ed ecco come vien facile la spiega delle conchiglie marine incastrate nei strati calcarei posti ad altezze enormi; come quelle rinvenute alla sommità del monte bianco, e presso di noi lungo il taglio per la

strada fatta tra Castellammare e Sorrento; ammettendo che le montagne sieno state prodotte da grandi dislocazioni del suolo, determinate da forze interne, prodotte da ineguale temperatura tra l'interno del globo e la crosta esteriore; ed i travagli di due sommi geologi signori de Buch e Beaumont dimostrano la verità di questa teoria.

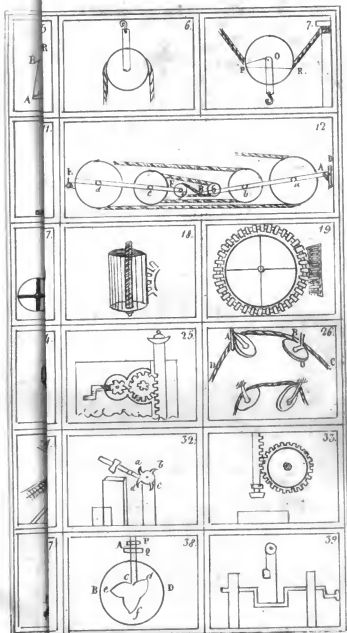
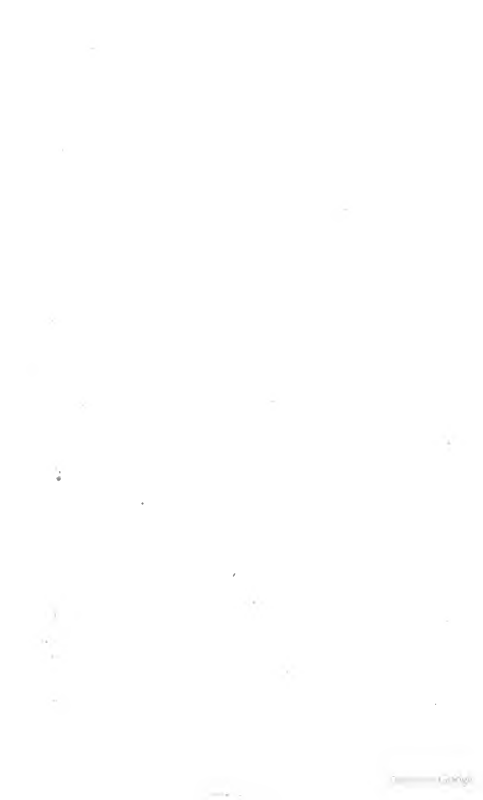
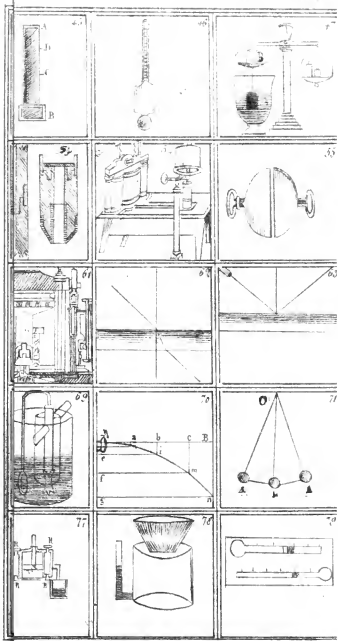
25. Le elevazioni che sono avvenute nei diversi punti del suolo fin oggi possono stabilirsi in due grandi classi; cioè quei sviluppati intorno di un centro, e perciò distinti comunemente col nome di crateri di sollevamento, e quelli che si estendono lungo di una linea.

FINE

ERRORI			CORREZIONI
pag.	*verso*		
7.	7.	— che in riposo . . .	come in riposo
8.	1.	— insiste.	insite
9.	13.	— 40 libre	40 libbre
27.	18.	— che ci vogliono . .	che si vogliono
48.	24.	— il loro fusto. . . .	il suo fusto
49.	3.	— su di un'altra ruota che ha soltanto una porzione della sua circonferenza fornita di denti	su di una leva ad angolo
55.	1.	— l'oglio.	l'olio
60.	2.	— peso totale del della	peso totale della
87.	25.	— nell'acqua per attignere	nell'acqua che si vuole attignere
101.	17.	— ammassa.	ammessa
103.	8.	— maggiore quello. .	maggiore di quello
109.	5.	— irriaggiamento . .	irraggiamento
ivi	15.	— temperatusa. . . .	temperatura
121.	20.	— dopdio.	doppio
132.	2.	— repollono	repellono

Si avverte che nel foglio 10.° i numeri delle pagini sono sbagliati, ed invece di 307 a 322 deve stare 145 a 160

307.	cor. 145.	v. 15.	— comulazione .	cumulazione
308.	146.	11.	— bonde. . . .	bombe
318.	156.	25.	— e micidiale . .	è micidiale
320.	158.	8.	— segacia . . .	sagacia
idem		25.	— compiuto . .	compiuta
idem		28.	— ci fu	ei fu
321.	159.	17.	— positi. . . .	positivi
322.	160.	16.	— stato gas. . .	stato di gas
163.		17.	— sblendido . .	splendido
id.		20.	— sblendidissimo	splendidisslmo
id.		25.	- preggevolissimo	pregevolissimo
176.		16.	— venchi . . .	venga
191.		23.	— bnrascola . .	burascosa
192.		19.	— intorbitamento	intorbidamento

Tavola Prima

Nella pag. 129 in continuazione del verso 17.° aggiungi — Chiamandosi polo tramontana o boreale dell' ago quella sua estremità che si dirige verso il polo australe, e polo mezzogiorno o australe l'estremità opposta che si dirige verso il polo boreale. Per la dimostrazione di ciò si potrà leggere la mia opera *Conoscenze elementari di Fisica e chimica* vol. 1.° pag. 298.